



TUGAS AKHIR – RE 141581

**STUDI PEMANFAATAN PRODUK *RECOVERY*
ALUM dari LUMPUR IPAM KARANGPILANG 3
SURABAYA sebagai KOAGULAN pada PROSES
KOAGULASI - FLOKULASI**

Serly Oktaviani

032 114 4000 053

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR – RE 141581

**STUDI PEMANFAATAN PRODUK *RECOVERY*
ALUM dari LUMPUR IPAM KARANGPILANG
3 SURABAYA sebagai KOAGULAN pada
PROSES KOAGULASI - FLOKULASI**

Serly Oktaviani

032 114 4000 053

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT – RE 141581

**A STUDY OF ALUM *RECOVERY* UTILIZATION
PRODUCT from WATER TREATMENT
INSTALATION KARANGPILANG 3 SURABAYA’S
SLUDGE as COAGULAN in COAGULATION
FLOCCULATION PROCESS.**

Serly Oktaviani

032 114 4000 053

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya2018

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN PRODUK RECOVERY ALUM DARI LUMPUR IPAM KARANGPILANG 3 SURABAYA SEBAGAI KOAGULAN PADA PROSES KOAGULASI – FLOKULASI

TUGAS AKHIR

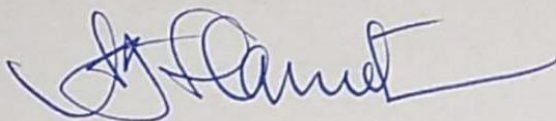
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

SERLY OKTAVIANI
NRP. 03211440000053

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc
NIP. 1958011 198701 1 001



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

STUDI PEMANFAATAN PRODUK *RECOVERY* ALUM dari LUMPUR IPAM KARANGPILANG 3 SURABAYA sebagai KOAGULAN pada PROSES KOAGULASI – FLOKULASI

Nama Mahasiswa : Serly Oktaviani
NRP : 032114400053
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc

ABSTRAK

Volume Lumpur yang dihasilkan unit *Clearator* IPAM karangpilang 3 cukup besar. Selain itu, Lumpur yang dihasilkan dari unit *clearator* ini masih mengandung aluminium. Lumpur pada IPAM karangpilang 3 sekarang ini masih dibuang ke sungai. Hal ini akan sangat berpengaruh kepada kualitas lingkungan jika dibuang dengan jumlah yang besar dan terus menerus. Namun disisi lain, Al yang masih terkandung dalam lumpur ini bisa dimanfaatkan kembali dengan cara melakukan proses *recovery*. Maka dari itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi proses *recovery* serta menentukan dosis kombinasi tawas murni dan alum *recovery* pada substitusi proses koagulasi flokulasi. Metode *recovery* yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan metode asidifikasi. Asidifikasi merupakan penambahan asam pada lumpur hingga mencapai pH 1-3 untuk mendapatkan alum kembali kemudian digunakan pada proses koagulasi flokulasi.

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi pH serta kecepatan pengadukan. Variasi pH ditentukan dengan uji pendahuluan rentan pH 2,3 4 sedangkan kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 120 rpm/30 menit, 120 rpm/45 menit, 100rpm/30 menit, 100rpm/45 menit. Setelah proses *recovery* selanjutnya menentukan dosis optimum kombinasi tawas murni dengan hasil *recovery*. Pada penelitian ini dilakukan dalam skala lab. Penelitian pendahuluan berupa analisis karakteristik lumpur (kadar air, kadar solid, pH, Al). Selanjutnya, *recovery* lumpur dengan metode asidifikasi. Asam yang digunakan pada penelitian ini adalah asam sulfat (H_2SO_4). Setelah

dihasilkan alum dari process *recovery*, Alum hasil *recovery* dikombinasikan dengan tawas murni dan digunakan dalam process koagulasi - flokulasi.

Hasil dari penelitian proses *recovery* alum dengan metode asidifikasi yaitu, didapatkan pH optimum 2, kecepatan pengadukan optimum 100 rpm, waktu pengadukan 45 menit. Kadar Al maksimum pada kondisi tersebut yaitu 515.5 mg/L. Kadar Al rata – rata harian sebesar 329.11(mg/L)/ 3.291166667mg/g. Kekeruhan awal air baku yang digunakan pada proses koagulasi flokulasi bervariasi yaitu 42.1 NTU, 13 NTU, 11 NTU dan 10 NTU. Berdasarkan hasil analisa produk hasil *recovery* dapat digunakan menjadi koagulan pada proses koagulasi flokulasi. Pada kombinasi untuk air baku II perbandingan konsentrasi yang paling baik dalam menurunkan kekeruhan yaitu pada perbandingan 3:2 (Tawas asli : produk *recovery*). Hasil yang didapatkan yaitu dengan kekeruhan awal 11 NTU didapatkan nilai kekeruhan akhir sebesar 0.75 NTU. Biaya penggunaan koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi dengan menggunakan produk *recovery* lebih tinggi yaitu Rp 32.500 untuk menjernihkan 1m³ air baku, menggunakan tawas asli membutuhkan biaya sebesar Rp.850, sedangkan biaya dengan menggunakan kombinasi yaitu sebesar Rp 13.510.

Kata Kunci: Asam sulfat, Asidifikasi, Koagulasi - Flokulasi, Lumpur, *Recovery* alum,

STUDY OF *RECOVERY* ALUM UTILIZATION PRODUCT FROM DRINKING WATER TREATMENT PLANT KARANGPILANG 3 SURABAYA as COAGULAN in COAGULATION – FLOCCULATION PROCESS

Student Name : Serly Oktaviani
ID Number : 032114400053
Department : Environmental Engineering FTSLK ITS
Guide Lecturer : Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc

ABSTRACT

Sludge volume produced by Clearator unit of drinking water treatment plant (IPAM) Karangpilang 3 is quite large. In addition, the sludge produced still contain aluminum. Sludge from IPAM Karangpilang 3 is thrown out to the river. This thing can very influential to environment quality in huge amount for long period of time. On the other side, Al contained in the sludge can still be reused by *recovery* process. Thus the purpose of this study is to determine factors affecting *recovery* process as well as determining pure alum dosage and *recovery* alum for substitution of coagulation-flocculation process. *Recovery* method used in this study is acidification process. Acidification is the adding of acid to reach pH 1-3 to retrieve alum to be used in coagulation flocculation process.

Variable used in this study is pH variation and mixing rate. pH variation is determined using preliminary test with pH range of 2,3 – 4 and mixing rate used is 120 rpm/30 minutes, 120 rpm/45 minutes, 100rpm/30 minutes, 100rpm/45 minutes. After *recovery*, the next process is to determine optimum dosage of pure alum and *recovery* alum combination. This study is done in laboratory scale. Preliminary test used for this study is analysis of sludge characteristic (water content, solid content, pH, Al). Then, sludge *recovery* is done using acidification method. Acid used in this study is sulfuric acid (H_2SO_4). After alum is produced from *recovery* process, it is combined with pure alum and used in coagulation flocculation process.

The result of the study of alum *recovery* process with acidification method is as follow: optimum pH is 2, optimum mixing rate is 100 rpm, mixing time 45 minutes. Maximum Al rate in that condition is 515,5 mg/L. Average Al daily is 329,11 (mg/L) / 3.291166667mg/g. The initial turbidity of the raw water used in the flocculation coagulation process varied from 42.1 NTU, 13 NTU, 11NTU and 10 NTU. Based on the results of product analysis of recovery results can be used as coagulant in flocculation coagulation process. In combination for standard water II the best concentration ratio in reducing turbidity is in the 3: 2 ratio (original basin: recovery product). The result obtained is that with initial turbidity of 11 NTU, the final turbidity value is 0.75 NTU. The cost of coagulant use in the coagulation and flocculation process using the recovery product is Rp 32,500 to clear 1m³ of raw water. , using the original alum cost Rp.850, while the cost using a combination of Rp 13,510.

Keyword: Sulfuric acid, Acidification, Coagulation Flocculation, Sludge, Alum recovery

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal ini yang ditujukan untuk memenuhi Tugas Akhir

Tugas ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari mata kuliah “Tugas Akhir (TA)” yang mempunyai bobot 6 sks dan harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan. Mata kuliah ini bertujuan untuk memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai disiplin ilmu disertai penerapannya secara *real*, sehingga mahasiswa dapat lebih memahami mata kuliah ini. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Agus Slamet., Dipl. SE., Msc.; selaku dosen pembimbing Tugas Akhir (TA), terima kasih atas bimbingan dan kesabarannya dalam membimbing kami untuk penyelesaian tugas ini.
2. Ibu Harmin Sulistyoning, ST., MT., PH.D.; selaku koordinator Tugas Akhir (TA), terima kasih atas segala ilmu yang telah diajarkan.
3. Bapak Alfian Purnomo S.T., MT Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT, dan Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T., MEPM selaku dosen pengarah.
4. Bapak prayid, ibu Nur, mbak dwi dan semua staff karyawan PDAM Surya Sembada Surabaya yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir saya.
5. Orang tua Bapak April dan ibu Mujilah yang telah memberi dukungan penuh baik doa maupun materi demi terselesainya tugas akhir ini.
6. Teman-Teman Teknik Lingkungan 2014, KSE dan KOPMA atas semangat dan bantuannya.

Dengan selesainya tugas akhir inisntentunya masih ada yang membangun sangat kami harapkan.

Surabaya, juni 2018

penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan | 2 |
| 1.4 Ruang Lingkup | 2 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Gambaran Umum IPAM Karangpilang III | 5 |
| 2.2 Unit Penghasil Lumpur dan penampung Lumpur | 5 |
| 2.3 Koagulasi – Flokuasi | 6 |
| 2.4 Faktor – faktor yang mempengaruhi koagulasi flokulasi | 8 |
| 2.5 Koagulan Alum | 10 |
| 2.6 Koagulan Ferro Sulfat | 10 |
| 2.7 Koagulan PAC | 10 |
| 2.8 Koagulan Tambahan | 11 |
| 2.9 Karakteristik Lumpur Koagulan Alum | 11 |
| 2.10 Recovery alum dengan proses asidifikasi | 12 |
| 2.11 Penelitian terdahulu | 12 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 15 |
| 3.1 Umum | 15 |
| 3.2 Kerangka Penelitian | 15 |
| 3.3 Ide Penelitian | 15 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4Studi Literatur | 16 |
| 3.5Variabel Penelitian..... | 16 |
| 3.6Persiapan Penelitian..... | 18 |
| 3.7Pelaksanaan Penelitian | 19 |
| 3.8Hasil dan pembahasan | 21 |
| 3.9Kesimpulan dan Saran | 22 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 23 |
| 4.1Umum | 23 |
| 4.2Proses <i>Recovery</i> Alum dengan Metode Asidifikasi..... | 23 |
| 4.3Analisa Proses <i>Recovery</i> Alum | 23 |
| 4.4Proses Koagulasi Flokulasi | 28 |
| 4.5Analisa proses koagulasi flokulasi dengan tawas Asli | 30 |
| 4.6Analisa proses koagulasi flokulasi dengan produk <i>recovery</i> .. | 37 |
| 4.7Analisa proses koagulasi flokulasi dengan kombinasi produk <i>recovery</i> dan tawas asli | 43 |
| 4.8Analisa efisiensi removal antara tawas asli, produk <i>recovery</i> , dan kombinasi keduanya, | 49 |
| 4.9 Hasil Analisa Biaya | 52 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 57 |
| 5.1Kesimpulan | 57 |
| 5.2Saran | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 58 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Bak <i>Center Drain clarator</i> | 5 |
| Gambar 2. 2 Inlet <i>Holding Tank</i> | 6 |
| Gambar 3 1 Kerangka Penelitian | 17 |
| Gambar 3 2 Jar test..... | 18 |
| Gambar 4 1 Perbandingan GTD dengan Produk <i>recovery</i> (mg/L) | 26 |
| Gambar 4. 2 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku I | 31 |
| Gambar 4 3 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku I..... | 32 |
| Gambar 4 4 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku I | 32 |
| Gambar 4.. 5 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku II..... | 33 |
| Gambar 4 6 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku II..... | 34 |
| Gambar 4 .7 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku II | 34 |
| Gambar 4 8 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku III | 35 |
| Gambar 4 9 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku III..... | 36 |
| Gambar 4 10 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku III | 36 |
| Gambar 4 11 Hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan pH Air baku I..... | 38 |
| Gambar 4 12 Grafik hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan kekeruhan air baku I..... | 38 |
| Gambar 4 13 Hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan efisiensi removal Air Baku I | 39 |
| Gambar 4 14 Hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan pH Air Baku III..... | 40 |
| Gambar 4 15 Grafik hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan kekeruhan air baku II | 40 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4 16 Hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan efisiensi removal Air baku III | 41 |
| Gambar 4 17 Hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan pH Air Baku III | 42 |
| Gambar 4 18 Grafik hubungan dosis produk <i>recovery</i> dengan kekeruhan air baku III | 42 |
| Gambar 4 19 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku I dengan pH | 43 |
| Gambar 4 20 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku II dengan Kekeruhan..... | 44 |
| Gambar 4 21 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku II dengan persen removal | 44 |
| Gambar 4 22 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku III dengan pH | 45 |
| Gambar 4 23 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku II dengan Kekeruhan..... | 46 |
| Gambar 4 24 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku II dengan persen removal | 46 |
| Gambar 4 25 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 1:1 Air Baku IV dengan pH | 47 |
| Gambar 4 26 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 1:1 Air Baku IV dengan Kekeruhan | 48 |
| Gambar 4 27 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 1:1 Air Baku IV dengan persen removal..... | 48 |

DAFTAR TABEL

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2 1 Hasil Analisa akhir proses asidifikasi lumpur | 13 |
| Tabel 2 2 Hasil removal kekeruhan air | 13 |
| Tabel 4 1 Hasil Analisa Al^{3+} | 25 |
| Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan G dan Gtd | 28 |
| Tabel 4 3 Karakteristik Lumpur Harian | 28 |
| Tabel 4 4 Kualitas Air Baku | 30 |
| Tabel 4 5 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku I | 31 |
| Tabel 4. 6 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku II | 33 |
| Tabel 4 7 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku III | 35 |
| Tabel 4. 8 Hasil Analisi Koagulan produk <i>recovery</i> Air baku I | 37 |
| Tabel 4 9 Hasil Analisi Koagulan produk <i>recovery</i> Air baku III ... | 39 |
| Tabel 4 10 Hasil Analisi Koagulan produk <i>recovery</i> Air baku III . | 41 |
| Tabel 4 11 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku I | 43 |
| Tabel 4 12 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 3:2 Air Baku III | 45 |
| Tabel 4 17 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk <i>recovery</i> 1:1 Air Baku III | 47 |
| Tabel 4 14 Hasil Analisa kandungan Fe total pada filtrat lumpur | 50 |
| Tabel 4 15 Perbandingan hasil pengolahan antara Produk <i>Recovery</i> dengan Tawas Asli | 50 |
| Tabel 4 16 Nilai kekeruhan dan % penyisihan kekeruhan berbagai dosis kombinasi | 51 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|-----------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Data hasil percobaan..... | 62 |
| Lampiran 2 Prosedur Analisis | 71 |
| Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian | 73 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lumpur merupakan produk samping dari aktivitas IPAM . Volume lumpur bergantung dengan debit air baku yang digunakan. Debit air baku PDAM Karangpilang 3 kurang lebih 2000L/detik. Lumpur yang dihasilkan dari unit *clerator* PDAM Karangpilang 3 sebesar 253,649 m³/ hari (Firizzqy dan Oktaviani, 2017). Namun, IPAM Karangpilang 3 Surabaya sementara ini masih membuang lumpurnya langsung ke sungai. Hal ini dikarenakan terjadi kerusakan pada unit *holding tank* sehingga lumpur tidak bisa diolah pada unit *filter press* dan *sludge drying bed*. Kerusakan ini disebabkan karena pipa yang mengalirkan lumpur pecah akibat besarnya tekanan serta kondisi tanah yang sering bergerak. Menurut Irfan (2007) lumpur yang dihasilkan dari unit *clerator* memiliki kandungan alum dan akan sangat berpengaruh kepada kualitas lingkungan jika dibuang dengan jumlah yang besar.

Kadar maksimum aluminium berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan no 492 Tahun 2010 adalah 0,2mg/L. Menurut Fitri(2012) konsentrasi aluminium yang melebihi baku mutu dapat berdampak negatif terhadap makhluk hidup dan mencemari lingkungan sungai. Selain itu juga memiliki risiko tinggi terhadap kehidupan biota air jenis *crustacea*

Disisi lain, lumpur yang dihasilkan oleh PDAM masih terdapat kandungan alum sebanyak 95,97 % yang dapat di *recovery* dengan asam sulfat Konsentrasi 6N (Wahyudin.2001). Proses *recovery* alum umumnya menggunakan metode asidifikasi. Asam yang digunakan pada asidifikasi adalah H₂SO₄ dengan menggunakan variasi konsentrasi dan pH.(Ruri.2000). Asidifikasi merupakan proses penambahan asam hingga mencapai pH 2 untuk melarutkan alum yang terkandung pada lumpur keluaran unit *clearator*.(Cundari,2016).Kandungan alum ini dapat dimanfaatkan kembali pada pengolahan air minum di PDAM. Koagulasi menggunakan alum hasil proses *recovery* menghasilkan persen removal yang cukup tinggi dibandingkan

dengan alum murni. Proses *recovery* alum menggunakan asam sulfat sebagai pereaksi dengan konsentrasi 6N (Wahyudin,2001). Dalam penelitian ini akan menganalisis faktor yang mempengaruhi proses *recovery* dengan metode asidifikasi yaitu pH dan kecepatan pengadukan. Alum hasil *recovery* akan dikombinasikan dengan tawas murni untuk substitusi proses koagulasi flokulasi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah

1. Apakah faktor yang mempengaruhi pada proses *recovery* alum
2. Apakah alum hasil dari *recovery* dapat dimanfaatkan sebagai substitusi proses koagulasi - flokulasi
3. Bagaimana perbandingan biaya penggunaan alum murni dengan alum *recovery*

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan pH konsentrasi dan kecepatan pengadukan optimum
2. Menentukan dosis kombinasi alum murni dan alum *recovery* untuk dimanfaatkan kembali dalam proses koagulasi - flokuasi
3. Menganalisis perbandingan biaya pemakaian alum hasil *recovery* dengan alum murni

1.4 Ruang Lingkup

Ruang Lingkup penelitian ini adalah:

1. Lumpur diambil dari unit *Holding Tank* Karangpilang 3
2. Pengambilan lumpur dilakukan selama 7 hari
3. Jenis Asam yang digunakan adalah H_2SO_4 dengan variasi pH 2,3,4
4. Variasi kecepatan pengadukan 120 rpm/30 menit ,100rpm/30 menit, 120rpm/45 menit , 100rpm/45 menit

5. Sampel air baku untuk substitusi koagulasi flokulasi diambil dari outlet bak prasedimentasi
6. Penentuan dosis kombinasi optimum tawas asli dengan tawas hasil *recovery*. Dosis yg digunakan pada tawas murni dan alum *recovery* yaitu 30ppm,40ppm,50ppm,60ppm,70ppm Variasi pada kombinasi yaitu 10% sampai dengan 50% dengan interval 10% konsentrasi awal tawas murni dikombinasi dengan variasi pada alum *recovery*.
7. Parameter pokok analisa adalah kekeruhan dan pH
8. Penelitian dilakukan dengan proses *batch* dalam skala lab

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai masukan bagi PDAM Surya Sembada untuk mengurangi kandungan alum pada produksi lumpur.
2. PDAM Surya Sembada Surabaya bisa melaksanakan produksi bersih dengan menjalankan prinsip *recovery* alum

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum IPAM Karangpilang III

IPAM Karangpilang III merupakan salah satu IPAM yang terdapat di PDAM Surya Sembada Surabaya. IPAM Karangpilang III dibangun di atas lahan yang disediakan adalah panjang x lebar = 265 m x 160 m dengan kapasitas produksi 2.000 L/detik, dan diproyeksikan mampu meng-cover kebutuhan air minum sekitar 120 ribu pelanggan baru, yaitu melayani warga di Surabaya Utara dan Timur, diantaranya daerah Made, Sambikerep, Pakal, Kenjeran, Wonorejo, dan beberapa daerah di Surabaya Timur.

2.2 Unit Penghasil Lumpur dan penampung Lumpur

2.2.1 Clearator

IPAM Karangpilang III memiliki 4 unit clearator dengan masing memiliki kapasitas sebesar 535 L/detik. Pembuangan lumpur pada clearator menggunakan pipa *sludge drain* yang berbentuk garpu dengan sistem pembuangan otomatis setiap 2 menit bergiliran masing-masing selama 30 detik atau tiap unit clearator bergiliran tiap 8 menit. Jumlah pipa pembuang pembuang lumpur adalah 8 buah



Gambar 2. 1 Bak *Center Drain* clearator

2.2.2 Holding Tank

Holding Tank merupakan tangki yang berfungsi untuk menampung lumpur dari *Clerator*. Lumpur alum yang berasal dari *clerator* ditampung ditempat ini.



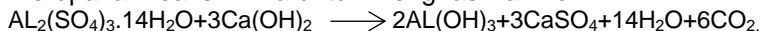
Gambar 2. 2 Inlet *Holding Tank*

2.3 Koagulasi – Flokuasi

2.3.1 Pengertian Koagulasi - Flokulasi

Menurut Masduqi dan Assomadi, (2012) Koagulasi Flokuasi merupakan proses yang saling terkait satu sama lain. Pada proses koagulasi terjadi proses pengadukan cepat dan penambahan koagulan sehingga terjadi destabilisasi koloid dan partikel dalam air. Pengadukan cepat menyebabkan proses penguraian koagulan serta penguraian pada partikel bermuatan positif maupun bermuatan negatif sehingga menjadi tidak stabil. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan pembentukan ion positif dari koagulan (Al^{3+}) dari partikel (misal OH^-) dan antara ion positif dari partikel (misal Ca^{2+}) dengan ion negatifnya SO_4^{4-} dan akan membentuk inti flok.

Kemudian, dilanjutkan dengan proses flokulasi yaitu penggabungan inti flok menjadi flok yang berukuran besar karena adanya tumbukan antar flok. Tumbukan dapat terjadi karena adanya pengadukan lambat pada proses flokulasi. Berikut ini merupakan reaksi kimia untuk menghasilkan flok



2.3.2 Proses Koagulasi

Proses koagulasi dibagi menjadi dua tahap antara lain:

1. Destabilisasi partikel karena adanya perpindahan partikel yang disebabkan oleh adanya tumbukan partikel yang tidak stabil. Tumbukan ini terjadi karena adanya gaya **van der waals**. Gaya ini merupakan gaya Tarik menarik antara dua massa yang besarnya bergantung pada jarak antar keduanya.
2. Destabilisasi terjadi karena adanya penambahan koagulan, sehingga akan mengakibatkan kontak antar partikel bercampur satu sama lain.

Dalam proses pengolahan air minum koagulasi dilakukan dengan pengadukan cepat. (Benefield et al.,1982) Pengadukan cepat adalah pengadukan yang dilakukan dengan tujuan menimbulkan turbulensi pada air sehingga bahan kimia dapat terdispersi secara merata. Gradien kecepatan pada pengadukan cepat yaitu berkisar antara (300-1000 detik⁻¹) selama 5 – 60 detik dengan nilai GTd 300 – 1700. Spesifikasi ini disesuaikan dengan kegunaan dari pengadukan. Untuk koagulasi flokulasi waktu detensi 20-60 detik dengan $G = 1000-700$ detik (Masduqi dan Assomadi,2012).

2.3.3 Proses Flokulasi

Flokulasi adalah proses kontak antara partikel yang tidak stabil berupa flok untuk bergabung menjadi satu dan kemudian mengendap. Proses flokulasi ini merupakan proses dengan pengadukan lambat. Gradient kecepatan antara (15 – 20)/detik. Salah satu hal penting lagi dalam proses koagulasi flokulasi adalah waktu detensi. Waktu detensi yang umum digunakan flokulator adalah 30 menit (Benefield et al.,1982). Gradient kecepatan sangat berpengaruh dalam proses pengolahan air minum maka dari itu perlu diturunkan secara berkala untuk menghasilkan flok yang lebih baik.

2.4 Faktor – faktor yang mempengaruhi koagulasi flokulasi

Menurut Masduqi dan Assomadi.2012, faktor yang mempengaruhi proses koagulasi flokulasi yaitu

1. Kekeruhan
2. Gradient Kecepatan
3. pH
4. dosis koagulan
5. Temperatur
6. Durasi

2.4.1 Kekeruhan

Kekeruhan didalam air disebabkan oleh beberapa hal antara lain zat organik, tanah liat, lumpur dll. Zat tersebut berupa partikel yang mengendap atau koloid yang melayang, sulit mengendap dan hidrofob. Berikut ini hubungan antara kekeruhan dan koagulan pada proses koagulasi flokulasi. Kebutuhan koagulan bergantung pada kekeruhan namun tidak selalu berkorelasi linear (Masscellin 1992 dalam Wahyudin 2001).

2.4.2 Pengaruh pH

pH yang optimum berpengaruh pada optimalisasi penurunan kekeruhan proses koagulasi. Hal ini karena pada rentang pH optimum akan hadir presipitat dominan contohnya $Al(OH)_3$ hadirnya presipitat ini menyebabkan sweep koagulation dan memudahkan flok berukuran besar untuk mengendap. pH Optimum untuk koagulan alum dicapai pada pH 6 sedangkan koagulan ferri klorida dicapai pada pH 5-8. (Wardani et al., 2009).

2.4.3 Jenis Koagulan

Pada proses koagulasi koagulan yang banyak digunakan adalah aluminium sulfat atau garam besi. Namun, dalam kondisi tertentu dibutuhkan koagulan pembantu untuk memproduksi flok yang lebih besar dan mempercepat pengendapan. Proses penentuan jenis dan dosis koagulan ini dilakukan dengan menggunakan jarrest pada skala lab. (Masduqi dan Assomadi, 2012).

2.4.4 Temperatur

Pengaruh suhu sangat erat kaitannya dengan viskositas air bila suhu naik viskositas air juga akan naik. Viskositas air ini akan mempengaruhi peningkatan gradient kecepatan sehingga dapat menyebabkan flok terlarut kembali. Selain itu meningkatnya suhu dapat meningkatkan penggunaan dosis koagulan karena Al pada pH netral menurun karena peningkatan temperatur (Wahyudin, 2001)

2.4.5 Durasi

Proses koagulasi flokulasi sangat dipengaruhi oleh waktu. Waktu pada proses koagulasi berbeda dengan waktu flokulasi. Untuk proses koagulasi waktu pengadukan 5-60 detik dan untuk flokulasi waktu pengadukan 10 hingga 60 menit. Pengadukan ini untuk memastikan agar koagulan dapat bereaksi secara sempurna dan menghasilkan flok-flok. (Masduqi dan Assomadi, 2012)

2.4.6 Gradient Kecepatan

Proses koagulasi dan flokulasi sangat dipengaruhi oleh gradient kecepatan. Proses pengadukan memiliki gradient kecepatan 300-1000 detik⁻¹. *Gradient* Kecepatan untuk proses pengadukan lambat yaitu 20 – 100 detik⁻¹. Untuk proses perhitungan gradient kecepatan dapat menggunakan rumus perhitungan dibawah ini.

$$Di = \left(\frac{P}{K_T n^3 p} \right)^{1/5} \quad (2.1)$$

Di = Diameter impeller

P= Daya

K_T = Konstanta pengadukan

n= Kecepatan putaran (rps)

p= Massa jenis air (kg/m³)

$$G = \sqrt{\frac{P}{u x V}} \quad (2.2)$$

G = Gradient Kecepatan

u= Viskositas absolut air (kg/m.det)

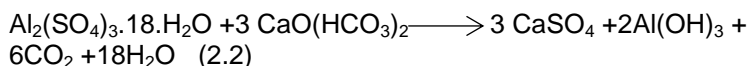
V= Volume wadah (m³)

(Masduqi dan Assomadi, 2012)

2.5 Koagulan Alum

Koagulan alum merupakan koagulan yang sangat sering digunakan pada proses pengolahan air minum. Hal ini terjadi karena harga alum yang relatif murah serta mudah didapat. Alum memiliki rumus molekul $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ serta memiliki muatan positif yang dapat menstabilkan koloid bermuatan negative proses koagulasi dengan alum dapat berlangsung pada range pH(5.5 -8) (Vies and Hammer 1993 dalam Wahyudin,2001.)

Reaksi yang terjadi pada proses koagulasi -flokulasi adalah sebagai berikut



Reaksi tersebut terbentuk endapan aluminium hidroksida yang biasa disebut lumpur alum.

2.6 Koagulan Ferro Sulfat

Ferro Sulfat merupakan salah satu jenis Koagulan dalam proses koagulasi flokulasi. Namun, dalam proses koagulasi flokulasi Ferro sulfat membutuhkan tambahan alkalinitas yang ditambahkan berupa $\text{Ca}(\text{OH})_2$. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditambahkan untuk mendapatkan pH dimana ion besi diendapkan menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Reaksi berlangsung pada pH 4-12. (Masduqi dan Assomadi,2012)

2.7 Koagulan PAC

PAC merupakan bentuk polimerisasi kondensasi dari garam aluminium, berbentuk cair dan merupakan koagulan yang sangat baik. PAC mempunyai daya koagulasi lebih besar daripada alum dan dapat menghasilkan flok yang stabil walaupun pada suhu yang rendah dan pengerjaannya pun mudah (Alaerts, 1984, 56).

Beberapa keunggulan yang dimiliki PAC dibanding koagulan lainnya adalah PAC dapat bekerja pada pH yang lebih luas, PAC tidak menjadi keruh bila terjadi pemakaian yang berlebihan, PAC mengandung suatu polimer khusus dengan struktur polielektrolit yang dapat mengurangi atau tidak perlu

sama sekali dalam pemakaian bahan pembantu, ini berarti disamping penyederhanaan juga penghematan untuk penjernihan air. Kandungan basa yang cukup akan menambah gugus hidroksil dalam air sehingga penurunan pH tidak terlalu ekstrim sehingga penghematan dalam penggunaan bahan untuk netralisasi dapat dilakukan.

2.8 Koagulan Tambahan

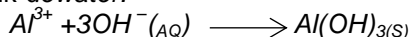
Selain Koagulan yang umum digunakan seperti alum dan Ferro sulfat. Koagulan tambahan juga banyak dijual di pasaran sebagai contoh Ca(OH)_2 . Koagulan tambahan ini berfungsi untuk mendapatkan air yang lebih jernih serta mempercepat proses pengendapan dengan terbentuknya flok yang lebih besar (Diono, 2011)

Seringkali, pemakaian zat koagulan saja akan menghasilkan pembentukan flok yang kurang baik. Untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan pemakaian koagulan pembantu sehingga pembentukan flok berjalan lebih baik.

Pemilihan jenis zat koagulan pembantu harus dapat menghasilkan flok yang baik/stabil dan tidak berbahaya ditinjau dari segi kesehatan. Sebagai bahan koagulan pembantu yang sering dipakai adalah silica aktif dengan dosis 1-5 ppm sebagai SiO_2 dan sodium alginate antara 0,2-2 ppm. Bahan ini dikenal dengan coagulant aid. (Alaerts, 1984, 57).

2.9 Karakteristik Lumpur Koagulan Alum

Menurut Manahan (1994), variasi kimiawi lumpur dihasilkan dari variasi proses pengolahan air dan industri. Contoh yang bisa kita ketahui, lumpur alum yang dihasilkan dari proses hidrolisis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ pada pengolahan air minum dan akan menghasilkan Al(OH)_3 berupa gelatin. Kandungan kadar air lumpur alum sekitar 98% sehingga sulit untuk *dewater*.

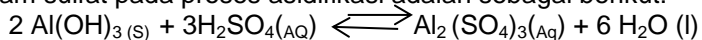


Wahyudin(2001) menyatakan bahwa karakteristik awal lumpur alum adalah kadar Al 2813.5 mg/L, kadar solid dalam lumpur 5.27 % dan kadar air dalam lumpur 94.73 %, dan pH 6.89.

2.10 *Recovery* alum dengan proses asidifikasi

Menurut Faezi and Atebi (2001) dalam Dassanayake.(2015)Alum dapat *direcovery* dengan menggunakan metode asidifikasi. Proses asidifikasi ini dapat menggunakan asam sulfat. Menurut Panswad and Chanman (1992) dalam Dassanayake(2015, pH optimum dalam proses asidifikasi ini berkisar antara 1-3 dan dapat *merecovery* alum dengan prosentase 70-90% .

Menurut Panswad and Chanman (1992) dalam Wahyudin (2001), proses *recovery* alum dengan menggunakan metode asidifikasi merupakan proses untuk mendapatkan kembali alum dengan menambahkan asam sulfat untuk menurunkan pH. Ion-ion dari alumninum ini akan terlepas dari lumpur saat lumpur alum diberi asam sulfat. Pada proses asidifikasi ini akan terjadi pemisahan filtrat dari lumpur. Filtrat inilah yang akan digunakan kembali dalam proses koagulasi dan flokulasi. Persamaan reaksi antara lumpur alum yang mengandung alumnium hidroksida dengan asam sulfat pada proses asidifikasi adalah sebagai berikut:



Menurut Cundari dkk (2016) proses asidifikasi dipengaruhi oleh waktu kontak dan kecepatan pengadukan waktu kontak optimum dalam proses asidifikasi adalah 30 menit dengan kecepatan pengadukan optimum 600rpm.

Menurut Wahyudin (2001), kecepatan pengadukan untuk proses asidifikasi dengan menggunakan *jar-test* adalah 30 rpm dengan waktu 30 menit.

2.11 Penelitian terdahulu

Penelitian yang dilakukan Wahyudin.2001, dilakukan proses *recovery* alum dengan asidifikasi dengan konsentrasi asam 6N serta membandingkan hasil air pengolahan menggunakan tawas murni dan alum hasil *recovery*.Hasil analis dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 1 Hasil Analisa akhir proses asidifikasi lumpur

| No | Variasi penambahan H_2SO_4 (ml) | pH1 | pH2 | pH3 | Kadar solid % | Kadar air % | Volume filtrat(ml) | Kadar alum recovery(mg/L) |
|----|-----------------------------------|------|------|------|---------------|-------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | 10 | 3.3 | 3.31 | 3.35 | 10.34 | 89.66 | 97 | 1192 |
| 2 | 12 | 2.86 | 2.93 | 3.12 | 10.59 | 89.41 | 96.5 | 1424 |
| 3 | 14 | 2.12 | 2.39 | 2.52 | 11.19 | 88.81 | 107.5 | 1557 |
| 4 | 16 | 1.90 | 2.08 | 2.18 | 11.43 | 88.57 | 117 | 1598 |
| 5 | 18 | 1.44 | 1.55 | 1.58 | 11.94 | 88.06 | 115.5 | 1704 |
| 6 | 20 | 1.30 | 1.39 | 1.42 | 12.11 | 87.89 | 115.5 | 1774 |
| 7 | 40 | 1.01 | 1.03 | 1.05 | 15.76 | 84.24 | 122 | 1928 |
| 8 | 50 | 0.92 | 0.98 | 0.99 | 17.30 | 82.70 | 128 | 2063 |
| 9 | 60 | 0.79 | 0.90 | 0.94 | 20.32 | 79.68 | 138 | 2700 |
| 10 | 70 | 0.70 | 0.74 | 0.83 | 20.25 | 79.75 | 138 | 2579 |
| 11 | 80 | 0.61 | 0.68 | 0.78 | 20.23 | 79.77 | 138 | 2568 |

Sumber: Wahyudin.2001

Tabel 2 2 Hasil removal kekeruhan air

| Konsentrasi tawas asli(ppm) | Rata-rata removal kekeruhan(%) |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 2.42 | 93.03 |
| 2.61 | 95.8 |
| 2.8 | 96.47 |
| 2.84 | 95.56 |
| 2.91 | 96.72 |
| 2.98 | 96.98 |
| 3.06 | 97.56 |
| 3.13 | 96.72 |
| 3.17 | 97.53 |
| 3.36 | 96.64 |
| Konsentrasi alum recovery(ppm) | Rata-rata removal kekeruhan(%) |
| 1.08 | 92.44 |
| 2.16 | 96.56 |

| | |
|------|-------|
| 2.43 | 96.89 |
| 6.48 | 97.4 |
| 4.32 | 97.48 |
| 5.4 | 97.48 |
| 2.7 | 97.56 |
| 3.24 | 97.73 |
| 2.97 | 97.81 |

Sumber: Wahyudin.2001

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi proses *recovery* alum antara lain kecepatan pengadukan dan pH. Sampel lumpur dan air baku yang akan digunakan berasal dari IPAM Karangpilang 3 PDAM Surya Sembada Surabaya. Tahapan penelitian ini akan dimulai dari menjabarkan latar belakang penelitian, ide penelitian, identifikasi dan merumuskan masalah, mencari studi literatur yang mendukung penelitian, mengumpulkan data dilanjutkan dengan analisa, menyimpulkan hasil dari pembahasan serta memberikan saran dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

Penelitian ini diawali dengan penelitian pendahuluan yang meliputi pengujian karakteritik lumpur (pH, Kadar air, kadar Al). Selanjutnya *merecovery* alum dengan metode asidifikasi (penambahan asam sulfat). Variabel yang digunakan adalah variasi pH dan kecepatan pengadukan. Parameter yang akan diuji kandungan alum dalam lumpur, pH. Kemudian, mengkombinasi alum *recovery* dengan tawas murni untuk proses koagulasi – flokulasi dengan skala lab metode *batch*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air.

3.2 Kerangka Penelitian

Secara umum kerangka penelitian tentang “Studi Pemanfaatan Produk *Recovery* Alum dari Lumpur IPAM Karangpilang 3 Surabaya sebagai Koagulan pada Proses Koagulasi – Flokulasi” dapat dilihat pada gambar 3.1

3.3 Ide Penelitian

Ide penelitian ini berasal dari penelitian terdahulu mengenai uji kelayakan *recovery* alum pada lumpur hasil proses koagulasi – flokulasi di IPAM Ngagel III Surabaya. Kandungan Alum pada lumpur IPAM berdasarkan penelitian cukup tinggi sehingga memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan kembali. Kondisi saat ini lumpur di IPAM Karangpilang 3 Surabaya masih dibuang ke sungai secara langsung tanpa pengolahan lebih lanjut. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan penelitian mengenai *recovery* lumpur alum PDAM

yang dapat digunakan kembali untuk substitusi proses koagulasi-flokulasi

3.4 Studi Literatur

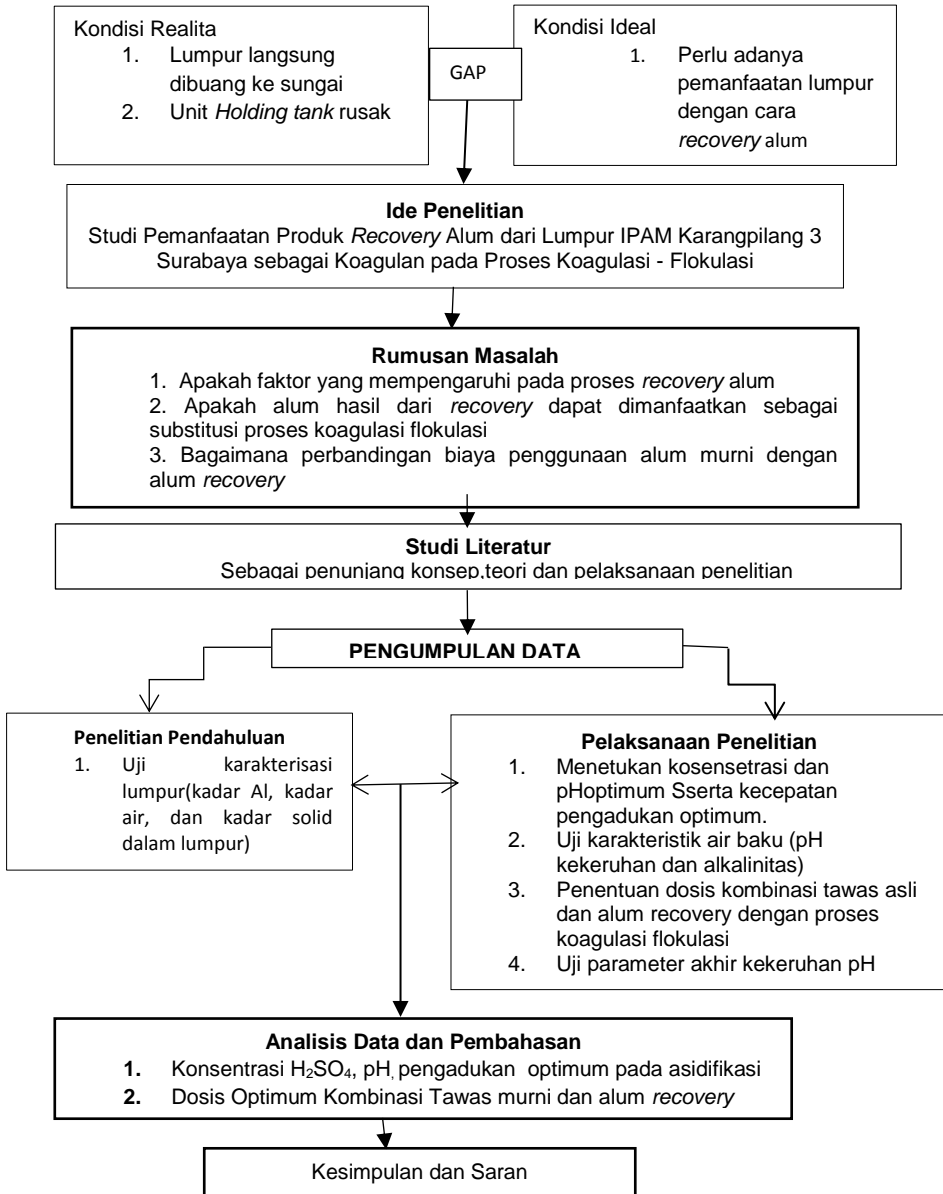
Studi literatur dilakukan untuk mendukung penelitian tugas akhir dan dijadikan acuan dalam melakukan analisa dan pembahasan yang berkaitan dengan penelitian ini. Sumber-sumber literatur yang digunakan dalam penelitian berasal dari karya ilmiah, peraturan pemerintah, internet, buku-buku, artikel, jurnal, penelitian, dan tugas akhir terdahulu. Literatur yang dibutuhkan antara lain.

1. Proses koagulasi flokulasi
2. Faktor yang mempengaruhi koagulasi flokulasi
3. Proses *recovery* alum
4. Sumber lumpur alum
5. Penelitian terdahulu yang terkait

3.5 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Variasi pH pada proses asidifikasi yaitu 2,3,4
2. Variasi kecepatan pengadukan 120 rpm/30 menit ,100rpm/30 menit, 120rpm/45 menit , 100rpm/45 menit.
3. Penentuan dosis kombinasi optimum tawas asli dengan tawas hasil *recovery*. Dosis yg digunakan pada tawas murni dan alum *recovery* yaitu 35ppm, 40ppm, 45ppm, 50ppm, 55ppm, 60ppm. Variasi pada kombinasi antara tawas murni dengan produk *recovery* yaitu 1:4,2:3,1:1,3:2,4:1



Gambar 3 1Kerangka Penelitian

3.6 Persiapan Penelitian

3.6.1 Persiapan Alat

Pada penelitian ini menggunakan reaktor secara *batch*. Reaktor yang digunakan yaitu seperangkat peralatan *jar-test* yang memiliki 6 buah padel *impeller* berjenis *two blade* dan memiliki alat pengukur kecepatan putaran satuannya *rotational per minit*(rpm) dan waktu pengontrol timer. Peralatan lain yang dibutuhkan yaitu 6 buah *becker* glas dengan volume 1 liter. Pada proses *recovery* alum reaktor ini digunakan untuk mengatur kecepatan dan waktu pengadukan. Sedangkan pada proses koagulasi flokulasi, digunakan untuk mengatur gradient kecepatan dan waktu detensi pengadukan proses koagulasi flokulasi.



Gambar 3 2 Jarrest

3.6.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Lumpur alum dari unit *holding tank*
2. Larutan H_2SO_4
3. Tawas Murni

3.7 Pelaksanaan Penelitian

3.7.1 Lokasi Sampling

Lokasi sampling lumpur dilakukan pada unit bangunan *Holding tank* IPAM Karangpilang 3. Air baku yang digunakan diambil pada titik efluen prasedimentasi.

3.7.2 Pelaksanaan pengambilan sampel

a) Lumpur

Sampel lumpur yang diambil berasal dari efluen unit *clarator* yang ditampung pada *holding tank*. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan toples kosong yang diikat dengan menggunakan tali. Selanjutnya sampel lumpur yang telah diambil disimpan dalam wadah plastik dan ditali dengan rapat untuk menghindari kebocoran.

b) Air baku

Sampel air baku yang diambil berasal dari efluen unit prasedimentasi. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan ember kecil kemudian dimasukkan kedalam jerigen dengan ukuran 10 L.

3.7.3 Pelaksanaan Penelitian Laboratorium

a.) Penelitian pendahuluan

Sebelum proses *recovery* alum dengan metode asidifikasi menggunakan asam sulfat perlu dilakukan penelitian pendahuluan terlebih dahulu terhadap sampel yang digunakan. Hal ini untuk mengetahui kondisi awal sampel. Parameter yang diuji pada penelitian pendahuluan ini antara lain :

- a. Kadar Al dalam lumpur
- b. Kadar solid dan kadar air
- c. pH lumpur

b.) Recovery Alum

Pada proses ini kandungan alum yang terdapat pada lumpur PDAM *direct recovery* sehingga dapat digunakan kembali untuk substitusi proses Koagulasi-Flokuasi. Proses *recovery* alum menggunakan metode asidifikasi dengan asam sulfat. Pada tahap ini menentukan pH optimum asam sulfat serta kecepatan

pengadukan dan waktu optimum yang dapat menghasilkan nilai *recovery* alum yang maksimal. Variasi pH yang digunakan adalah 1-4. Variasi kecepatan pengadukan yang digunakan adalah 120 rpm/30 menit, 100rpm/30 menit, 120rpm/45 menit, 100rpm/45 menit. Langkah dalam proses asidifikasi adalah sebagai berikut.

- Proses asidifikasi dengan *jar-test*

Proses asidifikasi merupakan tahap awal dalam pembuatan *recovery* alum dengan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Lumpur dikeringkan terlebih dahulu dengan menggunakan oven
2. Penambahan asam sulfat untuk mencapai 1-4. Massa lumpur yang digunakan adalah 30gr pada volume 300ml.
3. Pengadukan menggunakan peralatan jar-test dengan variasi kecepatan dan waktu pengadukan 120 rpm/30 menit , 100rpm/30 menit, 120rpm/45 menit , 100rpm/45 menit.
4. Pengendapan lumpur selama 30 menit, kemudian mengambil bagian filtratnya, filtrate ini yang akan digunakan pada proses koagulasi flokulasi

- Analisa akhir

Untuk mengetahui keberhasilan proses *recovery* alum dilakukan analisa pada setiap variasi lumpur yang telah terasidifikasi. Analisa akhir ini menggunakan ICP untuk mengetahui kadar AL metode analisa dapat dilihat pada lampiran

1 Parameter yang dianalisa antara lain:

- a. Kadar Al filtrat pada setiap variasi
 - b. Volume filtrat
- c.) Substitusi proses Koagulasi-Flokuasi

Pada tahap ini menentukan konsentrasi dosis optimum kombinasi tawas murni dengan alum *recovery* untuk substitusi proses koagulasi Flokuasi. Sebelum proses koagulasi flokulasi diperlukan analisa karakteristik awal air baku yang akan digunakan. Parameter yang akan diuji antara lain kekeruhan, alkalinitas dan pH. Proses koagulasi flokulasi menggunakan jar-test sebagai reactor untuk menentukan dosis optimum kombinasi tawas murni dan tawas hasil *recovery*. Proses

koagulasi flokulasi dengan reaktor *batch* dengan kondisi sebagai berikut:

Penentuan dosis kombinasi optimum tawas asli dengan tawas hasil *recovery*. Dosis yg digunakan pada tawas murni dan alum *recovery* yaitu 35ppm,40ppm,45ppm,50ppm,55ppm,60ppm. Variasi pada kombinasi antara tawas murni dengan produk *recovery* yaitu 1:4,2:3,1:1,3:2,4:1

3.7.4 Pengolahan Data

a. Perhitungan hasil *recovery* alum

Untuk menentukan konsentrasi optimum asam sulfat yang dapat digunakan pada penelitian ini dapat diketahui dari seberapa banyak kandungan alum yang dihasilkan. Variasi pH asam sulfat yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 dan 2, serta variasi kecepatan pengadukan 120 rpm/30 menit ,100rpm/30 menit, 100rpm/45 menit , 120rpm/45 menit kemudian dibuat grafik untuk menentukan titik optimum dimana asam sulfat dapat *merecovery* lumpur dengan melihat nilai parameter uji. Parameter yang digunakan antara lain:

- Kadar Al filtrat pada setiap variasi
- Volume filtrat
- Kadar solid
- Kadar air

b. Perhitungan dosis optimum kombinasi alum *recovery* dengan tawas murni untuk substitusi proses koagulasi flokulasi

Untuk mengetahui kemampuan kombinasi tawas murni dan alum *recovery* dalam proses koagulasi flokulasi dilakukan perhitungan nilai kekeruhan dan pH di awal serta menguji kekeruhan dan pH sesudah proses koagulasi flokulasi. Hasil perhitungan dibuat dalam bentuk grafik.

3.8 Hasil dan pembahasan

Pada sub bab ini, seluruh hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk grafik, tabel, maupun bentuk deskriptif. Data hasil penelitian yang akan dibahas pada sub bab ini antara lain:

1. Perhitungan hasil *recovery* alum
2. Perhitungan nilai kekeruhan,pH untuk menentukan dosis optimum.

Hasil dan pembahasan juga mengacu pada literatur yang ada, agar didapatkan hasil yang akurat.

3.9 Kesimpulan dan Saran

Pembuatan kesimpulan hasil penelitian berdasarkan dari hasil analisis data yang telah dilakukan yang didukung dengan teori yang ada. Kesimpulan akan menjawab dari tujuan penelitian. Sedangkan saran dibuat dari hasil kesimpulan dan berfungsi sebagai bahan penelitian selanjutnya.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada penelitian ini, sampel lumpur dan air baku yang digunakan berasal dari PDAM Karangpilang 3 Surabaya. Lumpur yang diambil dari unit *Holding Tank* berupa $\text{Al}(\text{OH})_3$ digunakan untuk proses *recovery*, sedangkan untuk proses koagulasi flokulasi menggunakan air dari Outlet Prasedimentasi. Proses Koagulasi Flokulasi digunakan untuk mengetahui kemampuan *removal* dari alum murni, alum *recovery*, dan kombinasi dari keduanya.

Analisa pendahuluan yang dilakukan sebelum proses *recovery* alum adalah mengetahui berat kering, kadar air serta pH awal lumpur. Selanjutnya melakukan analisa kadar Al dengan menggunakan ICPC (Inductively Coupled Plasma). Parameter yang dianalisis pada proses koagulasi dan flokulasi adalah (pH dan kekeruhan).

4.2 Proses Recovery Alum dengan Metode Asidifikasi

Pada proses *recovery* alum tahapannya antara lain, analisa pendahuluan, proses asidifikasi, dan analisa akhir untuk mengetahui kadar Al. Lumpur yang digunakan pada proses *recovery* alum berupa lumpur basah yang kemudian dikeringkan menggunakan oven.

Pada analisa pendahuluan ini didapatkan karakteristik lumpur awal sebagai berikut:

Kadar solid lumpur : 18.38 %

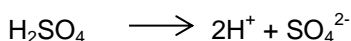
Kadar air lumpur : 81.62 %

4.3 Analisa Proses Recovery Alum

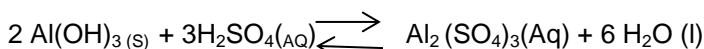
Proses pembuatan alum *recovery* dengan menggunakan metode asidifikasi. Asidifikasi merupakan proses penambahan asam hingga mencapai pH 2 untuk melarutkan alum yang terkandung pada lumpur keluaran unit *clearator* (Cundari, 2016). Pada penelitian ini asam yang digunakan adalah asam sulfat (H_2SO_4). Lumpur yang digunakan pada penelitian ini berupa lumpur basah dari unit *Holding Tank*. Lumpur dikeringkan

didalam oven 105°C selama satu hari. Lumpur kering ditumbuk hingga halus kemudian ditimbang dengan perbandingan konsentrasi pada larutan 10 %. Lumpur kering dilarutkan dengan aquades kemudian ditambahkan asam sulfat dengan volume tertentu hingga mencapai ph 2,3 dan 4. Larutan lumpur diaduk dengan menggunakan jartest sesuai dengan variabel penelitian yang digunakan yaitu Variasi kecepatan pengadukan 120 rpm/30 menit ,100rpm/30 menit, 120rpm/45 menit , 100rpm/45 menit.

Sampel lumpur yang digunakan dalam penelitian ini mengandung $\text{Al}(\text{OH})_3$. $\text{Al}(\text{OH})_3$ merupakan senyawa yang bersifat amfotir. Pada kondisi ini $\text{Al}(\text{OH})_3$ sebagai basa lemah. Asam sulfat yang ditambahkan kedalam air akan mengalami ioniasi melepaskan ion H^+ dengan reaksi sebagai berikut:



Ion H^+ yang terlepas akan menguraikan Al yang terkandung pada $\text{Al}(\text{OH})_3$ sehingga menjadi Al^{3+} . Al^{3+} akan berikatan dengan ion sulfat dan akan menghasilkan garam alumunium sulfat. Reaksi yang dihasilkan adalah sebagai berikut.

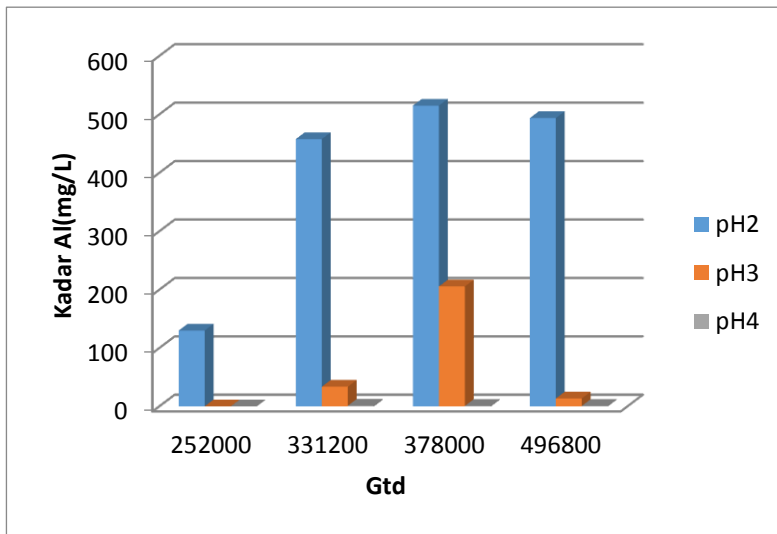


Pada peneletian ini menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 4N. Hasil analisa proses asidifikasi dapat dilihat pada table 4.1

Tabel 4 1 Hasil Analisa Al³⁺

| N o | p H | GTD | Volume pembubuhan Asam Sulfat(ml) | Volum e filtrat | Kadar Al (mg/L) | Berat kering(g) | kadar al dalam berat kering(mg/g) |
|--------|--------|------------|-----------------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 2 | 25200 0 | 10 | 235 | 130.2 | 30 | 1.302 |
| 2 | 2 | 37800 0 | 11 | 230 | 445.9 | 30 | 4.459 |
| 3 | 2 | 33120 0 | 10 | 235 | 457.9 | 30 | 4.579 |
| 4 | 2 | 49680 0 | 11 | 225 | 184.9 | 30 | 1.849 |
| 5 | 3 | 25200 0 | 2.6 | 230 | 0.231 | 30 | 0.00231 |
| 6 | 3 | 37800 0 | 3.3 | 235 | 1.549 | 30 | 0.01549 |
| 7 | 3 | 33120 0 | 3.3 | 225 | 33.76 | 30 | 0.3376 |
| 8 | 3 | 49680 0 | 2.6 | 230 | 1.148 | 30 | 0.01148 |
| 9 | 4 | 25200 0 | 2.5 | 235 | 0.123 1 | 30 | 0.001231 |
| 10 | 4 | 37800 0 | 2 | 225 | 0.925 | 30 | 0.00925 |
| 11 | 4 | 33120 0 | 1.9 | 230 | 1.284 | 30 | 0.01284 |
| 12 | 4 | 49680 0 | 1.9 | 235 | 0.861 7 | 30 | 0.008617 |

Al(OH)₃ bersifat amfoter sehingga dapat bertindak sebagai asam/basa. Al(OH)₃ bertindak sebagai basa apabila direaksikan dengan asam kuat seperti asam sulfat. Pada reaksi asidifikasi ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain pH, kecepatan pengadukan dan waktu pengadukan. Faktor tersebut akan mempengaruhi kadar Al yang dihasilkan pada filtrat Al₂(SO₄)₃.



Gambar 4 1 Perbandingan GTD dengan Produk *recovery* (mg/L)

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses asidifikasi adalah kecepatan pengadukan. Berdasarkan data penelitian gambar 4.1 tampak bahwa kadar Al bervariasi pada kecepatan pengadukan. Namun, gambar 4.1 terlihat bahwa kadar Al maksimal berada pada kecepatan 100 rpm, Gtd 378000 pH 2 dengan kadar 515.1 mg/L. Kandungan alum ini terhitung masih rendah karena hanya ada 5.15 mg dalam satu gram berat kering lumpur. Namun, hal ini masih memberikan peluang untuk dimanfaatkan kembali.

Data penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan tidak berbanding lurus dengan kadar Al faktor pH dan waktu pengadukan saling berhubungan satu sama lain sehingga tidak dapat diputuskan semakin cepat semakin baik. Apabila semakin cepat kadar Al yang tersisa pada filtrat akan ikut

menjadi flok sehingga Al yg tersisa dalam filtrat akan semakin sedikit. Proses asidifikasi intinya merupakan proses berpindahnya kandungan Al pada lumpur padat menuju bagian filtrat atau melarutnya logam aluminium oleh asam. Pada kecepatan di atas 100 rpm kadungan Al mengalami penurunan. Ketepatan dalam menentukan gradient kecepatan memepengaruhi kadar Al yang dihasilkan. Sehingga gradient kecepatan merupakan hal penting dalam proses pengadukan penelitian ini didapatkan nilai gradient kecepatan yang sesuai yaitu 140 /dt dengan perhitungan sebagai berikut untuk masing – masing variasi. Diameter pengadukan yaitu 0.07 m

$$Di = \left(\frac{P}{K_T n^3 p} \right)^{1/5}$$

$$0.07m = \left(\frac{P}{2.25 \cdot 1.667^3 \cdot rps997kg/m^3} \right)^{1/5}$$

$$P = 0.0174 \text{ N.m/det}$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{u \cdot xV}}$$

$$G = \sqrt{\frac{0.0174N.m.m^2}{0.00089N.det.det \cdot 0.001m^3}}$$

$$G = 140 /det$$

$$Gtd = G \times td = 140 \times 45 = 378000$$

Perhitungan Gtd pada variasi yang lain dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut ini

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan G dan Gtd

| td(menit) | Kecepatan pengadukan(rpm) | G(1/det) | Gtd |
|-----------|---------------------------|----------|--------|
| 30 | 100 | 140 | 252000 |
| 45 | 100 | 140 | 378000 |
| 30 | 120 | 184 | 331200 |
| 45 | 120 | 184 | 496800 |

Hasil rata – rata karakteristik lumpur harian dengan menggunakan metode asidifikasi pH 2 dan Gtd 378000 dapat dilihat pada table 4.2

Tabel 4 3 Karakteristik Lumpur Harian

| Tanggal | Kadar Air | Kadar Berat kering | Kadar Al (mg/L) | Berat kering(g) | kadar al dalam berat kering(m g/g) |
|---------------|-----------|--------------------|-----------------|-----------------|------------------------------------|
| 7 Maret 2018 | 69.2% | 31% | 403.6 | 30 | 4.036 |
| 8 maret 2018 | 59.4% | 41% | 307.8 | 30 | 3.078 |
| 9 maret 2018 | 66.3% | 34% | 287.2 | 30 | 2.872 |
| 10 maret 2018 | 63.7% | 36% | 332.2 | 30 | 3.322 |
| 11 maret 2018 | 68.5% | 31% | 392.3 | 30 | 3.923 |
| 12 maret 2018 | 71.2% | 29% | 251.6 | 30 | 2.516 |
| Rata-rata | 66.4% | 34% | 329.11 | | 3.291166 |
| | | | 667 | | 667 |

Tabel 4.3 menunjukan bahwa kadar Al terendah yaitu sebesar 251.6 mg/L kadar ini digunakan dalam perhitungan dosis produk hasil *recovery* untuk proses koagulasi flokulasi.

4.4 Proses Koagulasi Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi pada penelitian ini menggunakan sistem batch dengan alat *jartest*. Air baku yang digunakan berasal dari outlet prasedimentasi IPAM Karangpilang 3 PDAM Surya Sembada Surabaya. Proses koagulasi flokulasi ini

menggunakan koagulan tawas murni serta produk dari hasil proses *recovery* dengan metode asidifikasi. Penelitian ini melakukan pengkondisian pH untuk mencapai rentang 6 (Wardani et al., 2009).

Proses koagulasi flokulasi antara lain, pengambilan sampel sebanyak 1L. Sampel air baku ditambahkan dengan dosis koagulan yang telah ditentukan. Sebelum proses koagulasi-flokulasi, sampel air baku di uji pH dan kekeruhan awal. Proses pengondisian pH dilakukan apabila terjadi penurunan pH dibawah batas optimum ketika penambahan koagulan. pH dikondisikan dengan menambahkan Ca(OH)_2 . Kecepatan pengadukan pada proses koagulasi yaitu 200rpm dengan waktu pengadukan selama 1 menit. Proses flokulasi menggunakan kecepatan pengadukan 40 rpm dengan waktu 20 menit. Pengendapan dilakukan selama 15 menit. Nilai gradient kecepatan pada proses koagulasi adalah 395 (1/det) dan proses flokulasi 35.4. Perhitungan Gradient kecepatan pada pengadukan cepat dan pengadukan lambat dapat dilihat sebagai berikut

$$Di = \left(\frac{P}{K_T n^3 \rho} \right)^{1/5}$$

$$0.07m = \left(\frac{P}{2.25 \cdot 3.333^3 \cdot \text{rpm} \cdot 997 \text{kg/m}^3} \right)^{1/5}$$

$$P = 0.139 \text{ N.m/det}$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu \cdot V}}$$

$$G = \sqrt{\frac{0.139 \text{ N.m.m}^2}{0.00089 \text{ N.det.det} \cdot 0.001 \text{ m}^3}}$$

$$G = 395 / \text{det}$$

$$G_{td} = G \times t_d = 395 \times 60 = 237111$$

Pengadukan lambat

$$Di = \left(\frac{P}{K_T n^3 p} \right)^{1/5}$$

$$0.07m = \left(\frac{P}{2.25 \cdot 0.667^3 \text{ rps} \cdot 997 \text{ kg/m}^3} \right)^{1/5}$$

$$P = 0.001118 \text{ N.m/det}$$

$$G = \sqrt{\frac{P}{u \cdot xV}}$$

$$G = \sqrt{\frac{0.139 \text{ N.m.m}^2}{0.00089 \text{ N.det.det} \cdot 0.001 \text{ m}^3}}$$

$$G = 35.4 / \text{det}$$

$$Gtd = G \times t_d = 35.4 \times 60 \times 20 = 42546$$

4.5 Analisa proses koagulasi flokulasi dengan tawas Asli

Air baku diambil selama 3 kali untuk mendapatkan kualitas air yang berbeda – beda. Hasil analisa air baku yang digunakan untuk proses Koagulasi flokulasi dapat dilihat pada tabel 4.4

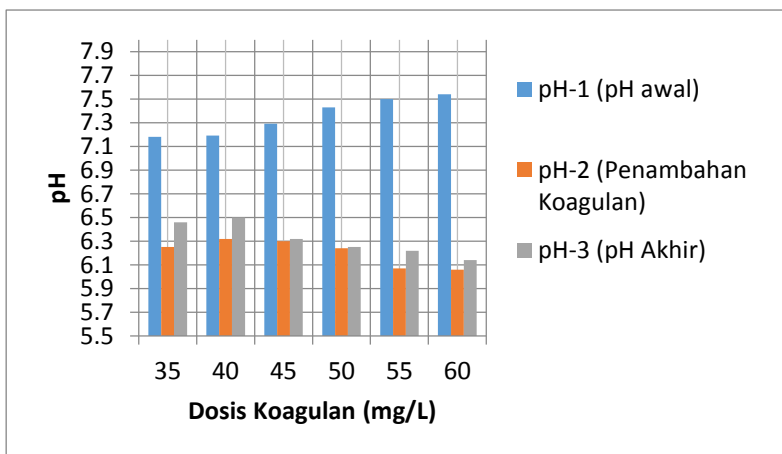
Tabel 4 4 Kualitas Air Baku

| | Air Baku I | Air Baku II | Air Baku III |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------|
| Kekeruhan Air Baku(NTU) | 36 | 33 | 18 |
| pH | 7.35 | 7.43 | 7.47 |
| Kekeruhan Awal(prased)(NTU) | 13 | 11 | 10 |

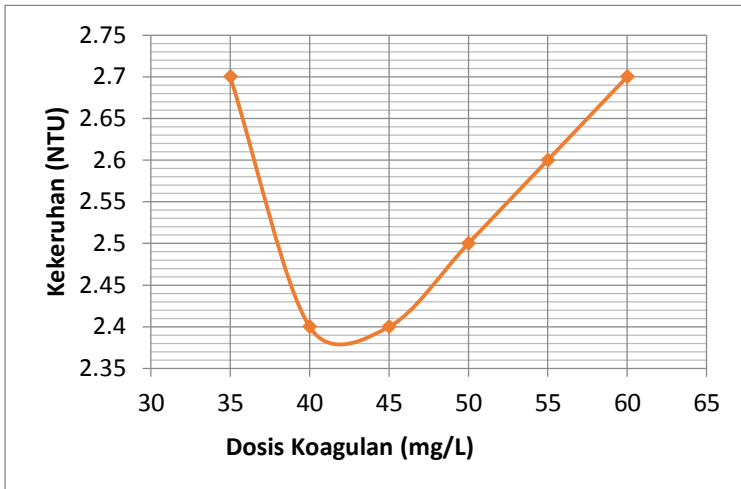
Proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan tawas asli pada masing-masing air baku dengan konsentrasi 10.000 mg/L diperoleh hasil sebagai berikut pada table 4.5

Tabel 4.5 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku I

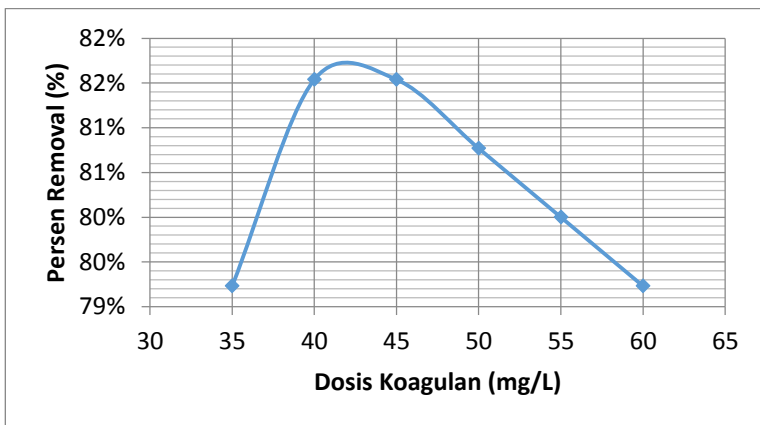
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | pH akhir | Kekeruhan(NTU) | Persen Removal |
|------------|----------|-----------------------|----------|----------------|----------------|
| 35 | 7.18 | 6.25 | 6.46 | 2.7 | 79.23% |
| 40 | 7.19 | 6.32 | 6.5 | 2.4 | 81.54% |
| 45 | 7.29 | 6.3 | 6.32 | 2.4 | 81.54% |
| 50 | 7.43 | 6.24 | 6.25 | 2.5 | 80.77% |
| 55 | 7.5 | 6.07 | 6.22 | 2.6 | 80.00% |
| 60 | 7.5 4 | 6.06 | 6.14 | 2.7 | 79.23% |



Gambar 4. 2 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku I



Gambar 4 3 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku I

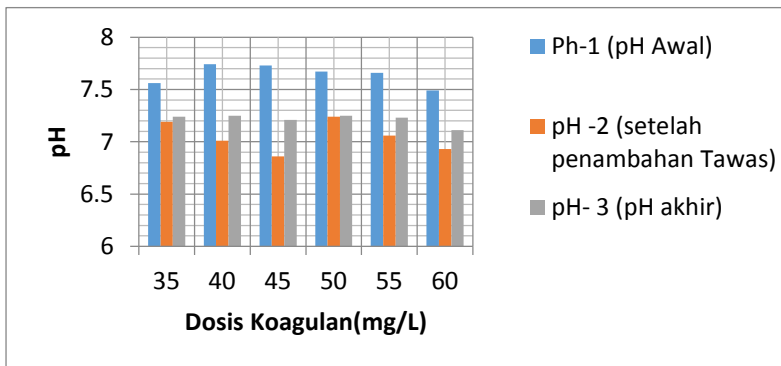


Gambar 4 4 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku I

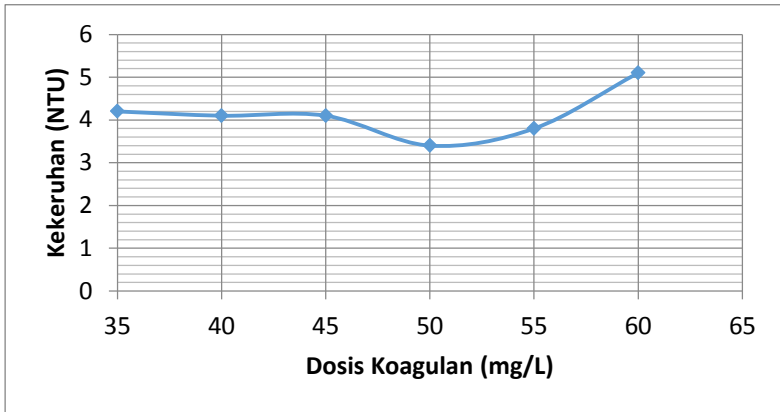
Gambar grafik 4.2 menunjukkan pengaruh koagulan terhadap pH. pH mengalami penurunan setelah penambahan koagulan dan setelah proses koagulasi flokulasi mengalami kenaikan. Ph mengalami penurunan karena adanya H^+ pada proses koagulasi flokulasi. Pada gambar 4.3 dosis optimum tawas asli berada pada range 40-45 mg/L dengan kekeruhan awal 13 NTU dan kekeruhan akhir 2,4 NTU.

Tabel 4. 6 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku II

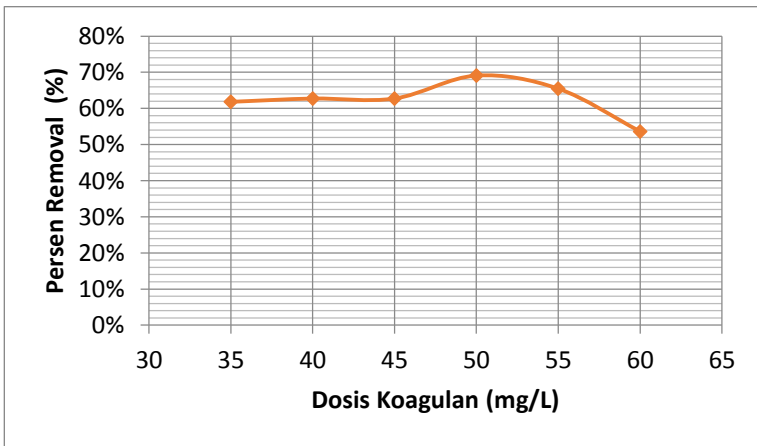
| Dosis(ppm) | pH-1 (pH Awal) | pH -2 (setelah penambahan Tawas) | pH- 3 (pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|-------------------|-------------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------|
| 35 | 7,56 | 7,19 | 7,24 | 4,2 | 61,82% |
| 40 | 7,74 | 7,01 | 7,25 | 4,1 | 62,73% |
| 45 | 7,73 | 6,86 | 7,21 | 4,1 | 62,73% |
| 50 | 7,67 | 7,24 | 7,25 | 3,4 | 69,09% |
| 55 | 7,66 | 7,06 | 7,23 | 3,8 | 65,45% |
| 60 | 7,49 | 6,93 | 7,11 | 5,1 | 53,64% |



Gambar 4.. 5 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku II



Gambar 4 6 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku II



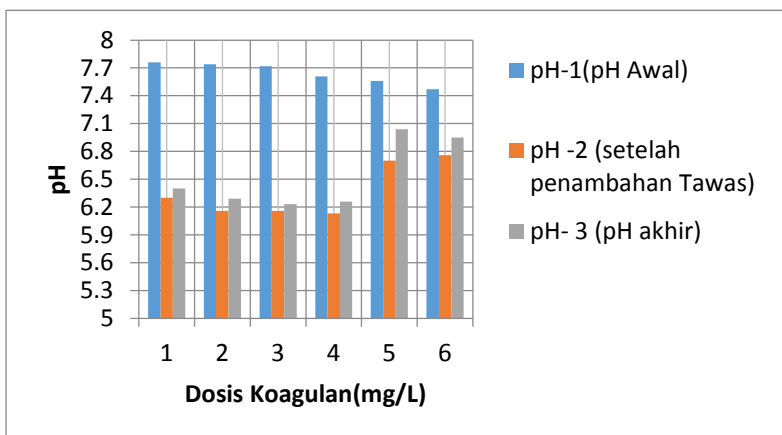
Gambar 4 .7 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku II

Gambar 4.5 Menunjukkan bahwa penambahan koagulan mempengaruhi pH pada air baku. pH air baku mengalami penurunan setelah penambahan tawas asli namun masih berada

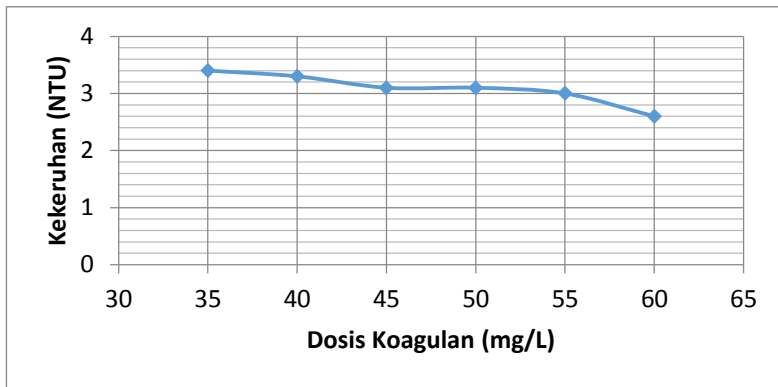
pada rentang normal sehingga tidak perlu ditambah kapur. pH mengalami peningkatan setelah proses koagulasi flokulasi. Gambar 4.6 menunjukkan dosis optimum tawas asli yaitu 50 mg/L dengan kekeruhan awal 11 NTU dan kekeruhan akhir 3,4 dengan persen removal 69,09 %.

Tabel 4 7 Data analisis koagulan tawas asli Air Baku III

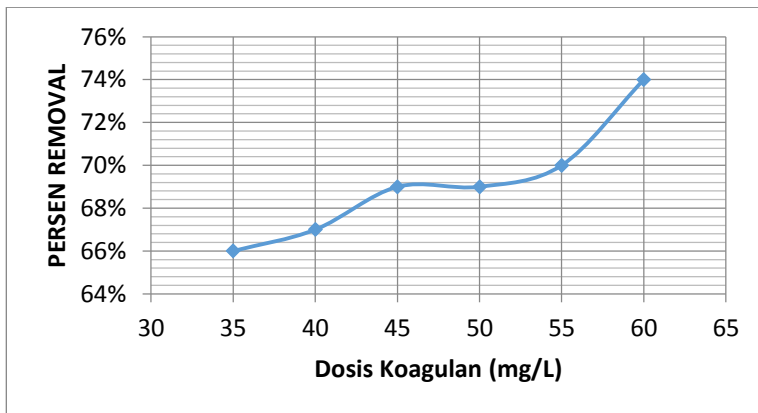
| Dosis(ppm) | pH-1(pH Awal) | pH - 2(setelah penambahan Tawas) | pH- 3(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|---------------|----------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| 35 | 7,76 | 6,3 | 6,4 | 3,4 | 66% |
| 40 | 7,74 | 6,16 | 6,29 | 3,3 | 67% |
| 45 | 7,72 | 6,16 | 6,23 | 3,1 | 69% |
| 50 | 7,61 | 6,13 | 6,26 | 3,1 | 69% |
| 55 | 7.56 | 6.7 | 7,04 | 3 | 70% |
| 60 | 7.47 | 6.76 | 6,95 | 2,6 | 74% |



Gambar 4 8 Grafik Hubungan dosis tawas dengan pH Air Baku III



Gambar 4 9 Grafik hubungan dosis tawas asli dengan kekeruhan Air baku III



Gambar 4 10 Grafik Hubungan Dosis tawas asli dengan % removal Air Baku III

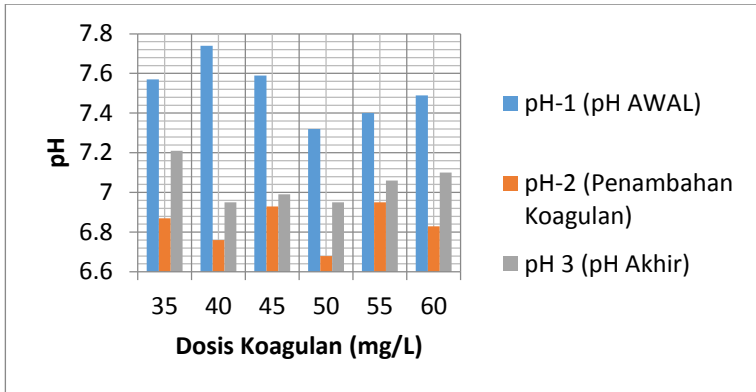
Gambar 4.8 menyatakan bahwa koagulan sangat berpengaruh terhadap nilai pH air baku. Nilai pH akan menurun bila ditambah dengan koagulan dan akan mengalami kenaikan kembali setelah proses koagulasi flokulasi. Pada gambar grafik 4.9 ini tren dosis tawas optimum berbeda dengan grafik air baku sebelumnya. Dosis tawas berbanding lurus dengan kekeruhan air baku semakin banyak dosis yang diberikan semakin besar penurunan kekeruhan yaitu 74 % terlihat pada Gambar 4.10.

4.6 Analisa proses koagulasi flokulasi dengan produk *recovery*

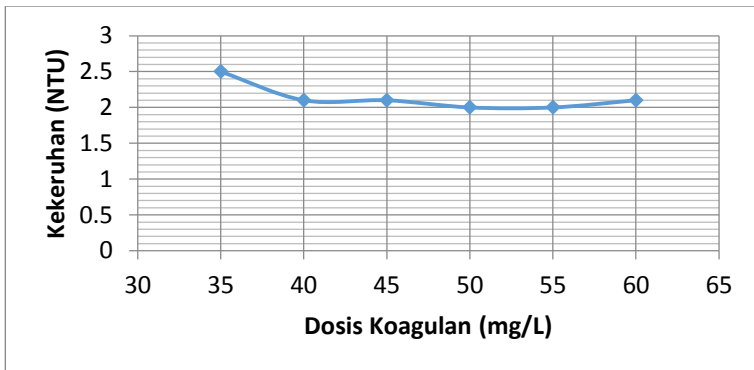
Proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan produk *recovery* dengan konsentrasi yang digunakan berdasarkan dosis terendah pada rata – rata kadar Al dalam lumpur harian pada tabel 4.8 diperoleh hasil sebagai berikut

Tabel 4. 8 Hasil Analisa Koagulan produk *recovery* Air baku I

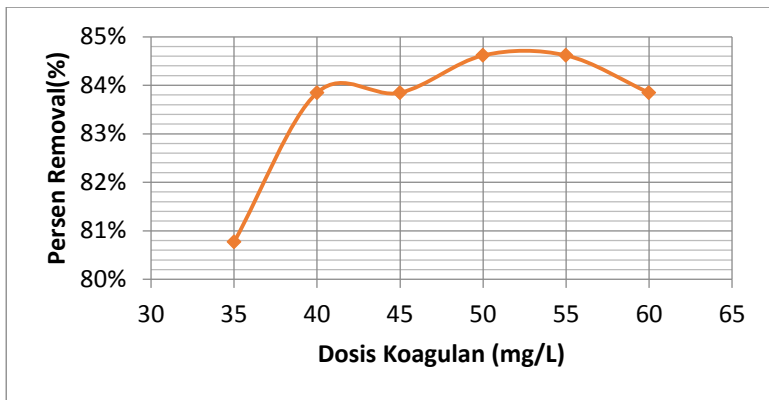
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | pH akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|---------|-----------------------|----------|-----------|----------------|
| 35 | 7.57 | 6.87 | 7.21 | 2.5 | 80.77% |
| 40 | 7.74 | 6.76 | 6.95 | 2.1 | 83.85% |
| 45 | 7.59 | 6.93 | 6.99 | 2.1 | 83.85% |
| 50 | 7.32 | 6.68 | 6.95 | 2 | 84.62% |
| 55 | 7.4 | 6.95 | 7.06 | 2 | 84.62% |
| 60 | 7.49 | 6.83 | 7.1 | 2.1 | 83.85% |



Gambar 4 11 Hubungan dosis produk *recovery* dengan pH Air baku I



Gambar 4 12 Grafik hubungan dosis produk *recovery* dengan kekeruhan air baku I



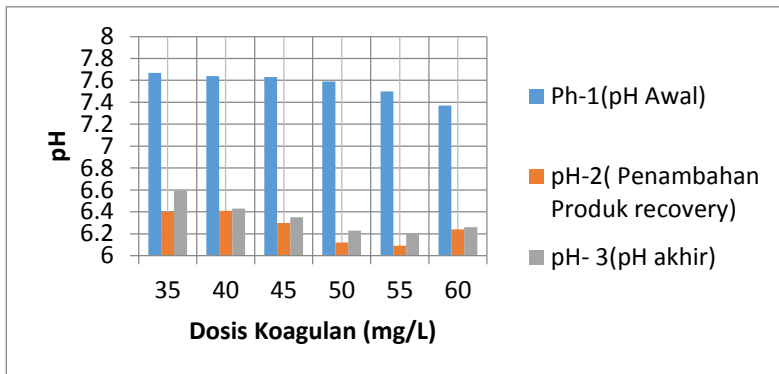
Gambar 4.13 Hubungan dosis produk *recovery* dengan efisiensi removal Air Baku I

Gambar grafik 4.12 dengan kekeruhan awal 13 menunjukkan nilai optimum 2 NTU dengan konsentrasi koagulan sebesar 50-55 mg/L. Nilai efisiensi *removal*nya yaitu 84,62%. Proses koagulasi - flokulasi dengan menggunakan koagulan produk *recovery* mengakibatkan penurunan pH pada sampel namun pada kondisi ini penurunan pH tidak melebihi batas minimum sehingga tidak diperlukan penambahan Ca(OH)_2 hal ini dapat dilihat pada gambar 4.11.

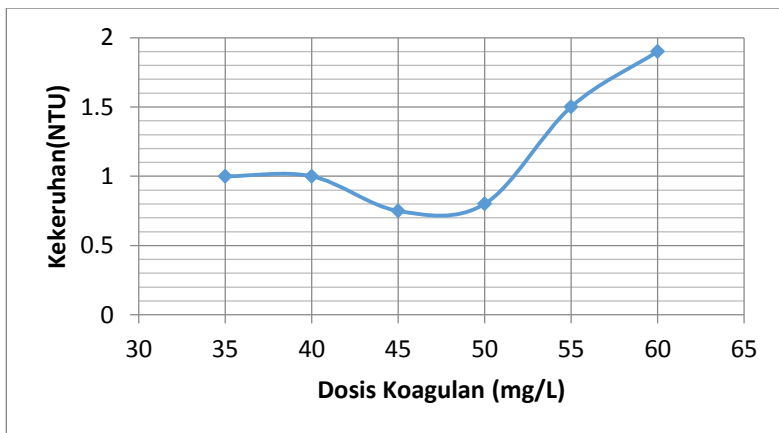
Tabel 4.9 Hasil Analisa Koagulan produk *recovery* Air baku III

| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk <i>recovery</i>) | pH-3(pH akhir) | NTU Akhir | Persentase Removal |
|------------|---------------|-------------------------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| 35 | 7,67 | 6,4 | 6,59 | 1 | 90,91% |
| 40 | 7,64 | 6,41 | 6,43 | 1 | 90,91% |
| 45 | 7,63 | 6,3 | 6,35 | 0,75 | 93,18% |
| 50 | 7.59 | 6,12 | 6,23 | 0,8 | 92,73% |

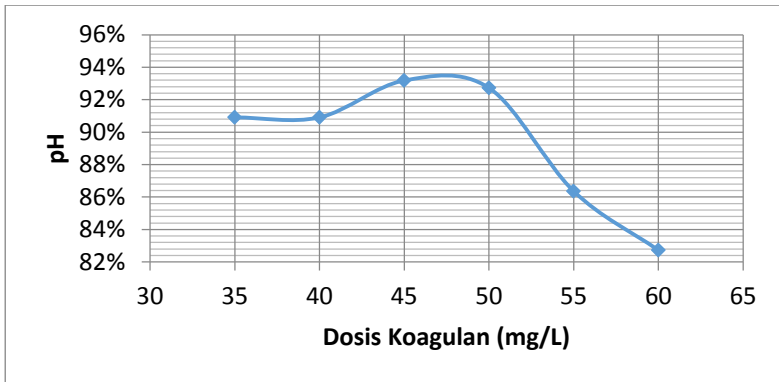
| | | | | | |
|----|------|------|------|-----|--------|
| 55 | 7,5 | 6,09 | 6,2 | 1,5 | 86,36% |
| 60 | 7,37 | 6,24 | 6,26 | 1,9 | 82,73% |



Gambar 4 14 Hubungan dosis produk *recovery* dengan pH Air Baku III



Gambar 4 15 Grafik hubungan dosis produk *recovery* dengan kekeruhan air baku II

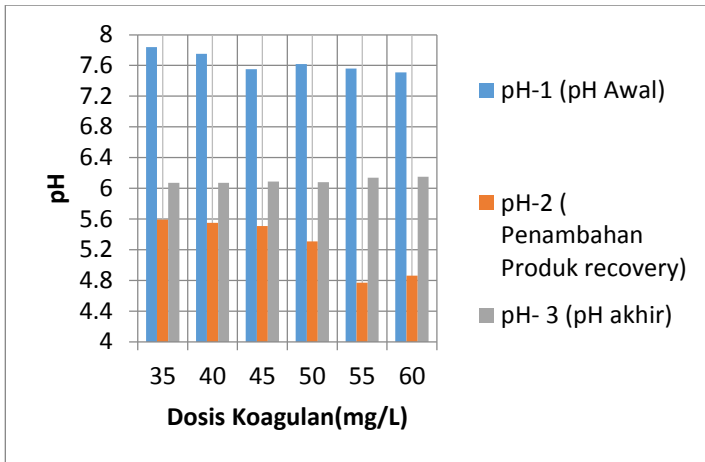


Gambar 4 16 Hubungan dosis produk *recovery* dengan efisiensi removal Air baku III

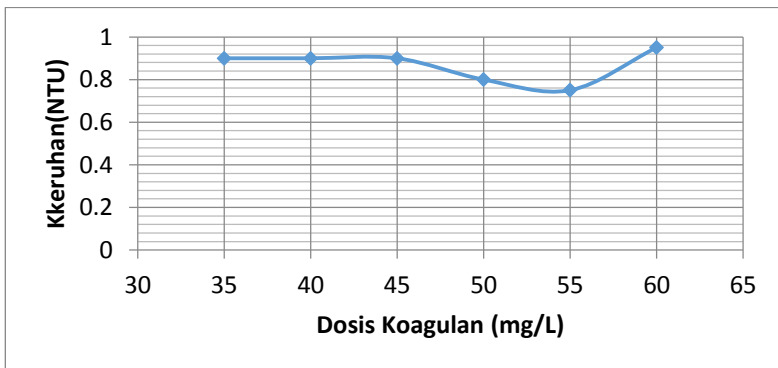
Gambar grafik 4.14 menunjukkan bahwa penambahan koagulan menyebabkan penurunan pada pH. Namun, setelah melalui prose koagulasi flokulasi nilai pH akan mengalami kenaikan. Kondisi ph air baku iii setelah penambahan produk *recovery* tidak mengalami penurunan melebihi batas sehingga tidak diperlukan penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Berdasarkan Gambar 4.15 dosis Optimum pada produk *recovery* dengan nilai kekeruhan awal 11 dan kekeruhan akir 0.75 adalah 45 mg/L.

Tabel 4 10 Hasil Analisi Koagulan produk *recovery* Air baku III

| Dosis(ppm) | pH-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk <i>recovery</i>) | pH-3(pH akhir) | NTU Akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|---------------|-------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------------|
| 35 | 7,84 | 5,59 | 6,07 | 6,3 | 0,9 | 91% |
| 40 | 7,75 | 5,55 | 6,07 | 6,28 | 0,9 | 91% |
| 45 | 7,55 | 5,51 | 6,09 | 6,26 | 0,9 | 91% |
| 50 | 7,62 | 5,31 | 6,08 | 6,31 | 0,8 | 92% |
| 55 | 7,56 | 4,77 | 6,14 | 6,36 | 0,75 | 92,5% |
| 60 | 7,51 | 4,86 | 6,15 | 6,45 | 0,95 | 90,5% |



Gambar 4 17 Hubungan dosis produk *recovery* dengan pH Air Baku III



Gambar 4 18 Grafik hubungan dosis produk *recovery* dengan kekeruhan air baku III

Dosis optimum produk *recovery* dengan nilai kekeruhan awal 10 NTU dan kekeruhan akhir 0,75 adalah 50 mg/L hal ini dapat dilihat pada grafik 4.17. Kondisi pH air baku III berdasarkan gambar 4.16 setelah penambahan koagulan tidak mengalami

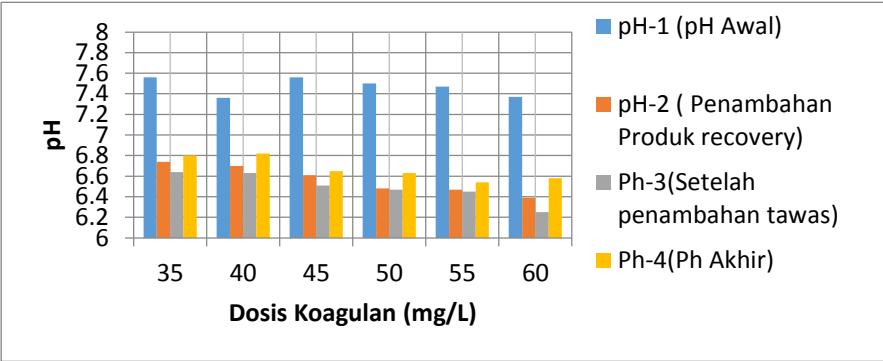
penurunan yang cukup jauh hingga melewati batas minimum sehingga tidak diperlukan tambahan kapur untuk menaikkan pH agar reaksi berjalan optimum

4.7 Analisa proses koagulasi flokulasi dengan kombinasi produk *recovery* dan tawas asli

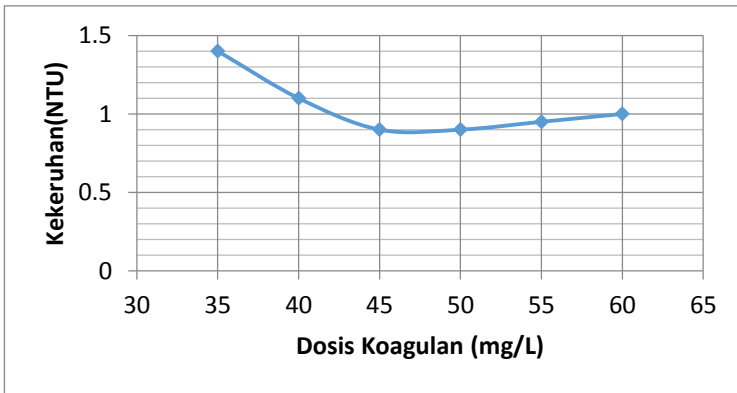
Proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan kombinasi tawas asli dan produk *recovery* dilakukan dengan perbandingan dosis 3:2 diperoleh data sebagai berikut pada tabel 4.11

Tabel 4 11 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku I

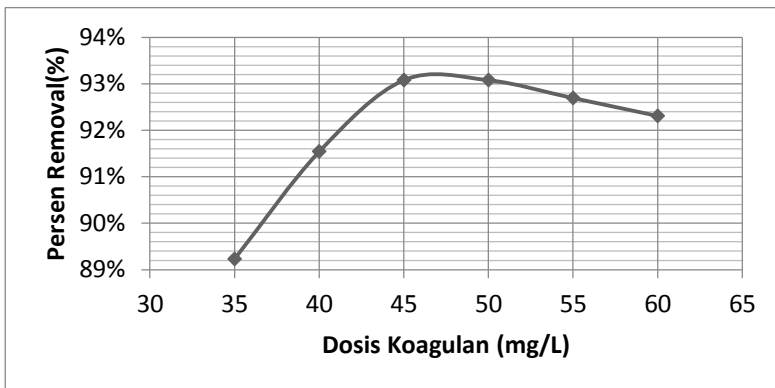
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | penambahan TA | Ph akhir | NTU Akhir | |
|------------|---------|-----------------------|---------------|----------|-----------|--------|
| 35 | 7,56 | 6,74 | 6,64 | 6,8 | 1,4 | 89,23% |
| 40 | 7,36 | 6,7 | 6,63 | 6,82 | 1,1 | 91,54% |
| 45 | 7,56 | 6,61 | 6,51 | 6,65 | 0,9 | 93,08% |
| 50 | 7,5 | 6,48 | 6,47 | 6,63 | 0,9 | 93,08% |
| 55 | 7,47 | 6,47 | 6,45 | 6,54 | 0,95 | 92,69% |
| 60 | 7,37 | 6,39 | 6,25 | 6,58 | 1 | 92,31% |



Gambar 4 19 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku I dengan pH



Gambar 4 20 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku II dengan Kekeruhan

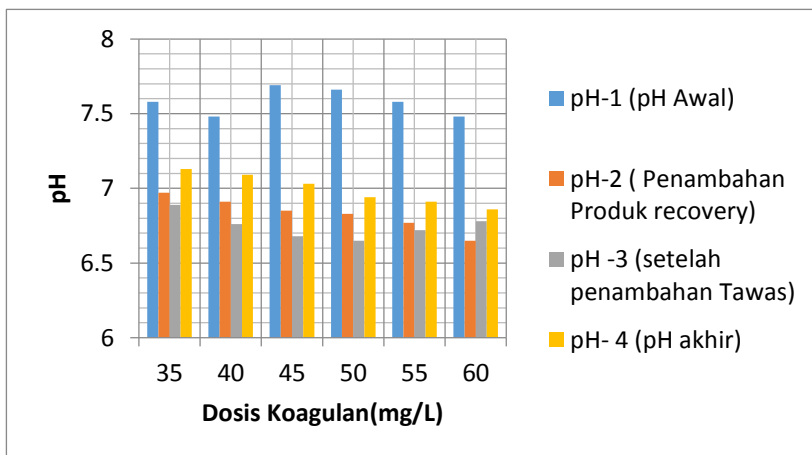


Gambar 4 21 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku II dengan persen removal

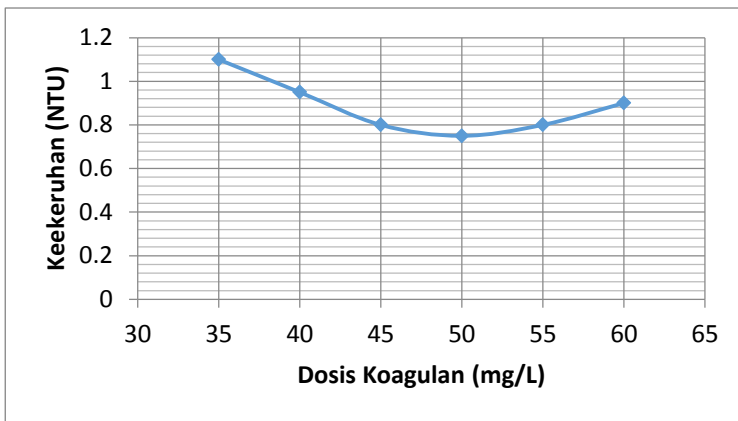
Kondisi Air Baku I dengan kekeruhan awal 13 NTU pada gambar 4.19 tidak mengalami penurunan pH yang melebihi batas minimum sehingga tidak memerlukan tambahan Ca(OH)_2 . Berdasarkan gambar 4.20 dosis optimum adalah 45- 50 mg/L dengan nilai kekeruhan akhir 0,9 NTU.

Tabel 4 12 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku III

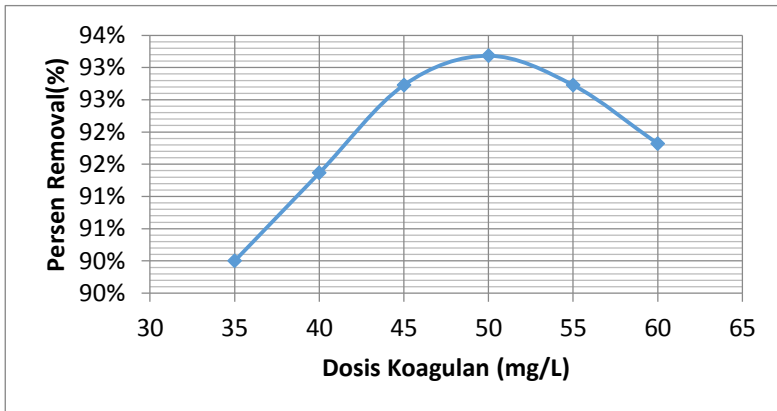
| Dosis(ppm) | pH-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk <i>recovery</i>) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH-4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|---------------|------------------------------------------|----------------------------------|----------------|-----------|----------------|
| 35 | 7,75 | 6,79 | 6,65 | 6,84 | 1,1 | 90,00% |
| 40 | 7,74 | 6,69 | 6,58 | 6,73 | 0,95 | 91,36% |
| 45 | 7,7 | 6,62 | 6,47 | 6,58 | 0,8 | 92,73% |
| 50 | 7,67 | 6,58 | 6,47 | 6,5 | 0,75 | 93,18% |
| 55 | 7,59 | 6,46 | 6,37 | 6,51 | 0,8 | 92,73% |
| 60 | 7,47 | 6,47 | 6,24 | 6,54 | 0,9 | 91,82% |



Gambar 4 22 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku III dengan pH



Gambar 4 23 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku II dengan Kekeruhan

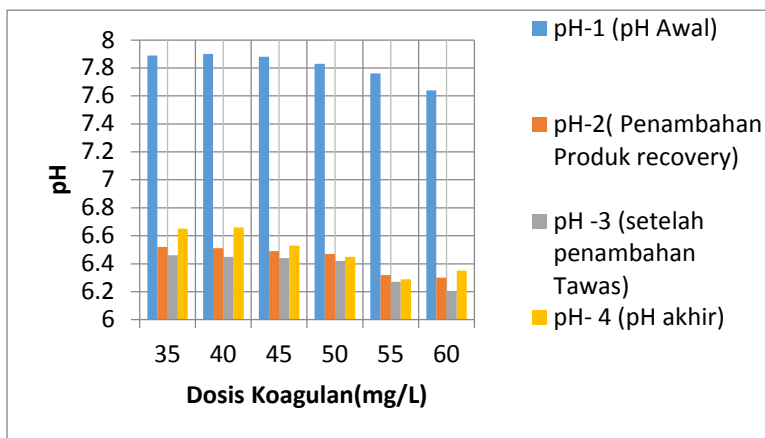


Gambar 4 24 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 3:2 Air Baku II dengan persen removal

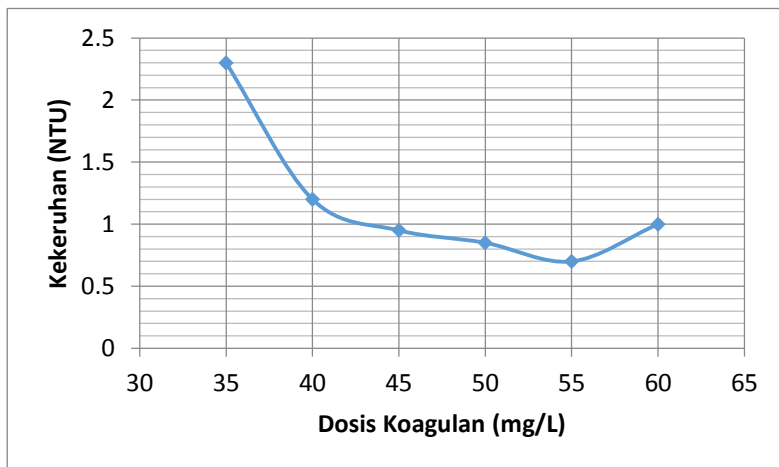
Kondisi Air Baku II dengan kekeruhan awal 11 NTU pada gambar 4.22 tidak mengalami penurunan pH yang melebihi batas minimum sehingga tidak memerlukan tambahan Ca(OH)_2 . Dosis Optimum berdasarkan gambar 4.23 adalah 50 mg/L dengan nilai kekeruhan akhir 0,9 NTU dan nilai efisiensi removal 93,18 %

Tabel 4 13 Hasil analisa proses koagulasi flokulasi dengan perbandingan Tawas dan produk *recovery* 1:1 Air Baku III

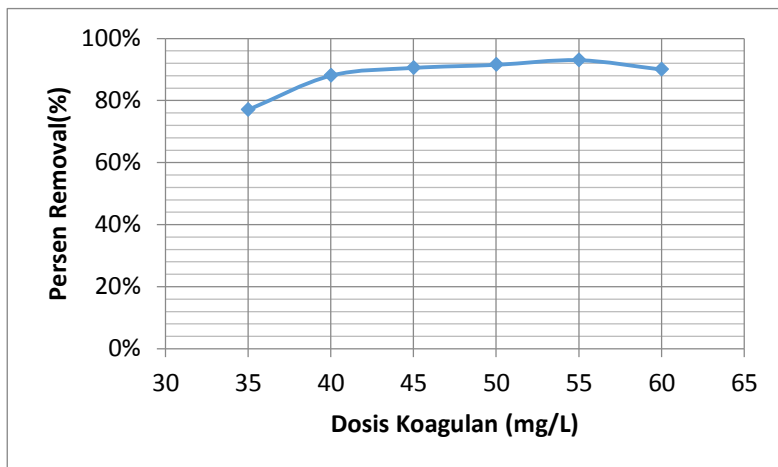
| Dosis(pp m) | pH-1(p H Awal) | pH-2(Penambahan Produk <i>recovery</i>) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH-4(p H akhir) | NT U Akhir | Persen Removal |
|-------------|----------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------|----------------|
| 35 | 7,89 | 6,52 | 6,46 | 6,65 | 2,3 | 77% |
| 40 | 7,9 | 6,51 | 6,45 | 6,66 | 1,2 | 88% |
| 45 | 7,88 | 6,49 | 6,44 | 6,53 | 0,9 | 90,5% |
| 50 | 7,83 | 6,47 | 6,42 | 6,45 | 0,8 | 91,5% |
| 55 | 7,76 | 6,32 | 6,27 | 6,29 | 0,7 | 93% |
| 60 | 7,64 | 6,3 | 6,2 | 6,35 | 1 | 90% |



Gambar 4 25 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 1:1 Air Baku IV dengan pH



Gambar 4 26 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 1:1 Air Baku IV dengan Kekeruhan



Gambar 4 27 Hubungan dosis kombinasi perbandingan Tawas dan produk *recovery* 1:1 Air Baku IV dengan persen removal

Gambar grafik 4.26 dengan kekeruhan awal 10 menunjukkan nilai optimum 0,7 NTU dengan konsentrasi koagulan sebesar 55 mg/L. Nilai efisiensi *removal*-nya yaitu 93 %. Proses Koagulasi - flokulasi dengan menggunakan koagulan produk *recovery* mengakibatkan penurunan pH hingga karena dosisnya produk *recovery* tidak terlalu tinggi dan kondisi pH tidak berada dibawah batas minimum sehingga tidak perlu ditambahkan dengan Ca(OH)_2 .

Berdasarkan hasil analisa pada proses koagulasi flokulasi terjadi penurunan pH setelah penambahan koagulan Hal ini terjadi karena adanya reaksi yang berlangsung sebagai berikut



Reaksi ini menyebabkan pelepasan ion H^+ sehingga menyebabkan penurunan pH setelah penambahan koagulan, (Fikri, 2009)

Dalam penentuan dosis yang optimum seperti contoh pada gambar 4.26 dosis optimumnya adalah 55 mg/L, Setelah melebihi dosis tersebut, Kekeruhan air meningkat kembali hal ini dikarenakan adanya flok yang berlebihan sehingga menyebabkan kenaikan kekeruhan (Sutapa, 2014). Sehingga untuk menentukan dosis optimumnya harus sesuai tidak boleh kurang ataupun lebih karena hasilnya tidak baik.

Berdasarkan data diatas, kekeruhan akhir setelah proses koagulasi dapat diturunkan dengan menggunakan tawas asli maupun dari produk *recovery* sesuai dengan baku mutu Permenkes no 492 tahun 2010 yaitu sebesar 5 NTU,

4.8 Analisa efisiensi removal antara tawas asli, produk *recovery*, dan kombinasi keduanya,

Sub bab ini menganalisis efisiensi dari masing – masing koagulan dengan variasi kadar Al pada proses koagulasi flokulasi dan hasil analisa kandungan Fe , Hasil analisa dapat dilihat pada tabel 4.14 :

Tabel 4 14 Hasil Analisa kandungan Fe total pada filtrat lumpur

| No | Gtd | pH | Kadar Fe(mg/L) | Berat kering(g) | kadar al dalam berat kering(mg/g) |
|----|--------|----|----------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | 252000 | 3 | 0,0607 | 30 | 0,000607 |
| 2 | 378000 | 3 | 0,3744 | 30 | 0,003744 |
| 3 | 331200 | 3 | 0,5264 | 30 | 0,005264 |
| 4 | 496800 | 3 | 0,30323 | 30 | 0,0030323 |

Tabel 4.14 menunjukan kandungan Fe pada filtrat hasil proses *recovery*, Kandungan besi menunjukkan adanya 2FeSO_4 , 2FeSO_4 merupakan salah satu jenis koagulan oleh karena itu pada proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan produk *recovery* memiliki tingkat penurunan kekeruhan lebih besar dibandingkan dengan tawas biasa.

Tabel 4 15 Perbandingan hasil pengolahan antara Produk *Recovery* dengan Tawas Asli

| Dosis(ppm) | Air Baku I | | Air Baku II | | Air Baku III | |
|------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| | Produk Recovery(NTU) | Tawas Asli(NTU) | Produk Recovery (NTU0 | Tawas Asli(NTU) | Produk Recovery(NTU) | Tawas Asli(NTU) |
| 35 | 2.5 | 2.7 | 1 | 4.2 | 0.9 | 3.4 |
| 40 | 2.1 | 2.4 | 1 | 4.1 | 0.9 | 3.3 |
| 45 | 2.1 | 2.4 | 0.75 | 4.1 | 0.9 | 3.1 |
| 50 | 2 | 2.5 | 0.8 | 3.4 | 0.8 | 3.1 |
| 55 | 2 | 2.6 | 1.5 | 3.8 | 0.75 | 3 |
| 60 | 2.1 | 2.7 | 1.9 | 5.1 | 0.95 | 2.6 |

Tabel 4.15 menunjukan bahwa efisiensi *removal* koagulan dengan menggunakan produk *recovery* lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan tawas asli. Hal ini dapat terjadi karena pada proses asidifikasi logam lain yang terkandung dalam lumpur ikut terlarut seperti besi sehingga menghasilkan 2FeSO_4 , 2FeSO_4 merupakan salah satu jenis koagulan sehingga dapat membantu lebih cepat dan lebih baik dalam penurunan

kekeruhan karena adanya 2 jenis koagulan. Koagulan Ferro Sulfat membutuhkan alkalinitas dalam bentuk ion hidroksida agar menghasilkan rekasi yang lebih cepat,(Masduqi dan Assomadi,2012). Maka dari itu, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditambahkan untuk meningkatkan pH dan alkalinitas untuk mempercepat reaksi, Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ selain untuk meningkatkan pH juga dapat mempercepat proses pembentukan flok karena $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mengikat flok-flok yang sempurna menjadi lebih sempurna sehingga massa flok lebih besar dan cepat mengendap.

Tabel 4 16 Nilai kekeruhan dan % penyisihan kekeruhan berbagai dosis kombinasi

| Dosis(ppm) | Air Baku I | | Air Baku II | | Air Baku III | |
|------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Kekeruhan(NTU) | Persen Removal(%) | Kekeruhan(NTU) | Persen Removal(%) | Kekeruhan(NTU) | Persen Removal(%) |
| 35 | 1.4 | 89.23% | 1.1 | 90.00% | 2.3 | 77.00% |
| 40 | 1.1 | 91.54% | 0.95 | 91.36% | 1.2 | 88.00% |
| 45 | 0.9 | 93.08% | 0.8 | 92.73% | 0.95 | 90.50% |
| 50 | 0.9 | 93.08% | 0.75 | 93.18% | 0.85 | 91.50% |
| 55 | 0.95 | 92.69% | 0.8 | 92.73% | 0.7 | 93.00% |
| 60 | 1 | 92.31% | 0.9 | 91.82% | 1 | 90.00% |

Tabel 4.16 menunjukan bahwa berdasarkan hasil percobaan kombinasi perbandingan yang paling baik untuk masing- masing variasi air baku yaitu 3 : 2(tawas murni: produk recovery) untuk air baku I dan II sedangkan air baku III dengan perbandingan 1: 1, Berdasarkan hasil analisa air baku I memiliki kekeruhan awal lebih tinggi yaitu 13 NTU, Berdasarkan hasil analisa kebutuhan dosis dengan nilai kekeruhan tidak berbanding lurus, Hasil analisa menunjukan dengan kekeruhan semakin rendah membutuhkan dosis produk recovery semakin tinggi. Hal ini terlihat pada Tabel 4.16 air baku III membutuhkan dosis produk recovery lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi pada Air baku I. Hal ini dikarenakan semakin rendah kekeruhan proses pembentukan flok akan semakin sulit karena tss yang terkandung lebih sedikit sehingga memerlukan dosis yang lebih tinggi untuk bisa melakukan proses pengikatan flok yang lebih sempurna, Menurut Eckenfelder(1986) dalam Novita 2001. Dalam

proses koagulasi dipengaruhi oleh gaya van der Waals. Gaya ini merupakan gaya Tarik menarik antara dua massa (Masduki dan Assomadi, 2012). Apabila jumlah koagulannya kurang jarak antar partikel akan semakin jauh sehingga gaya Tarik menarik antar partikel tidak berlangsung maksimal dan tidak terjadi ikatan satu sama lain sehingga penurunan kekeruhan lebih rendah. Sedangkan apabila jumlah koagulan melebihi batas optimum jarak antar partikel menjadi terlalu dekat hal ini membuat penurunan kekeruhan menjadi berkurang sehingga mengalami kenaikan kekeruhan kembali. Selain itu air yang memiliki kekeruhan lebih rendah membutuhkan tawas lebih banyak karena penetralan partikel oleh koagulan hanya terjadi apabila konsentrasi cukup kuat untuk proses tarik menarik – menarik antar partikel sehingga jarak antar partikel menjadi lebih dekat kemudian membentuk agregat yang lebih besar sehingga cepat mengendap.

4,9 Hasil Analisa Biaya

4,9,1 Kebutuhan Asam sulfat

Proses *recovery* alum pada penelitian ini menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 4N, Konsentrasi asam menggunakan 4N dengan pertimbangan agar tidak terjadi korosi pada saat penggunaan alat jartest pada proses *recovery*, Untuk mendapatkan asam sulfat dengan konsentrasi 4N diperlukan proses pengenceran dari asam sulfat pekat dengan konsentrasi awal 36N, Berikut ini perhitungan kebutuhan asam sulfat pekat untuk proses pengenceran dengan volume 500ml.

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$V_1 \times 36 = 500 \text{ mL} \times 4N$$

$$=55 \text{ mL}$$

Pada proses *recovery* alum dengan menggunakan berat kering 80gr memerlukan asam sulfat 4N sebanyak 11 mL,

Lumpur yang dihasilkan dari unit clerator PDAM Karangpilang 3 sebesar $253,649 \text{ m}^3/\text{hari}$ (Firizzqy dan Oktaviani, 2017)

$$253,649 \text{ m}^3 = 253649 \text{ L} = 253649 \text{ kg}$$

Berdasarkan hasil analisi kadar berat kering pada lumpur sebesar 18 % sehingga jumlah berat kering lumpur adalah

$$\begin{aligned} Bk &= 18 \% \times 253649 \text{ kg} \\ &= 45656,82 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat kering lumpur clerator sebanyak 45656 kg sehingga diperlukan asam sulfat dengan konsentrasi 4N untuk proses *recovery* dengan perhitungan sebagai berikut

$$\frac{V_1}{\text{massa}_1} = \frac{V_2}{\text{massa}_2}$$

$$\frac{11 \text{ mL}}{80 \text{ g}} = \frac{V_2}{45656000 \text{ g}}$$

$$V_2 = \frac{45656000 \text{ g} \times 11 \text{ mL}}{80 \text{ g}}$$

$$V_2 = 6277 \text{ L (asam sulfat 4N)}$$

Sehingga berdasarkan perhitungan, kebutuhan asam sulfat yang diperlukan untuk mengolah produksi lumpur clerator dari IPAM Karangpilang 3 sebanyak 6277 L asam sulfat dengan konsentrasi 4N.

Kebutuhan asam sulfat 4N kurang lebih sebanyak 6277L, Perhitungan kebutuhan asam sulfat pekat 36N sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_1 \times N_1 &= V_2 \times N_2 \\ V_1 \times 36 &= 6277 \text{ L} \times 4 \text{ N} \\ &= 697,44 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pengolahan lumpur} &= (697 \times 97.500) \\ &= \text{Rp } 68.000.833 \end{aligned}$$

4,9,2 Analisi biaya dengan penggunaan produk *recovery*

Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa dosis optimum pada proses koagulasi – flokulasi dengan menggunakan produk *recovery* adalah 50 mg/L dengan produk *recovery* 159mL, Produk *recovery* yang dibutuhkan untuk mengolah air baku sebanyak 1m³ adalah 159L. Untuk mendapatkan filtrat dengan volume 600ml bersarkan percobaan diperlukan asam sulfat 4N sebanyak 11 mL,Biaya pengolahan dengan volume air baku 1m³ dapat kita hitung dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\frac{600\text{mL filtrat}}{11\text{ml asam sulfat}_1} = \frac{159000\text{ml}}{V}$$

$$V = \frac{159000\text{ml} \times 11\text{ ml}}{600\text{ml}}$$

$$V = 2915\text{mL (Asam sulfat 4N)}$$

Kebutuhan asam sulfat 4N kurang lebih sebanyak 3000ML, Perhitungan kebutuhan asam sulfat pekat 36N sebagai berikut:

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$$

$$V_1 \times 36 = 3000\text{ mL} \times 4\text{N}$$

$$= 333\text{ mL}$$

$$\text{Biaya asam sulfat} = \left(\left(\frac{333\text{mL}}{1000\text{mL}} \times 97500 \right) \right)$$

$$= \text{Rp } 32,500$$

Biaya pengolahan air baku dengan volume 1m³ dengan dosis koagulan 50 mg/L adalah Rp 32.500

4,9,3 Analisi biaya dengan penggunaan koagulan tawas asli,

Dosis tawas asli yang dibutuhkan pada proses koagulasi flokulasi berdasarkan hasil percobaan adalah 50 mg/L. Konsentrasi tawas yang digunakan adalah 1% atau 10.000mg/L, Sehingga untuk dosis 50 mg/L dibutuhkan tawas sebanyak 5ml sehingga untuk mengolah air baku 1m³ diperlukan tawas asli 5L

dengan konsentrasi 1% sehingga berat tawas yang dibutuhkan 50g.

Biaya pengolahan dengan volume air baku 1m^3 dapat kita hitung dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya tawas asli} &= \left(\left(\frac{50\text{g}}{1000\text{g}} \times 17000/\text{kg} \right) \right) \\ &= \text{Rp } 850 \end{aligned}$$

Biaya pengolahan air baku dengan volume 1m^3 dengan dosis koagulan 50 mg/L adalah Rp 850

4.9.4 Analisi biaya dengan penggunaan kombinasi koagulan ,

Proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan kombinasi tawas asli dengan produk *recovery* hasil yang optimum didapatkan pada konsentrasi tawas asli 30 mg/L dan produk *recovery* 20 mg/L, Pengolahan air baku dengan volume 1m^3 membutuhkan asam sulfat pekat yang dibutuhkan sebanyak 133 dan tawas asli 3L berikut ini perhitungan biaya pengolahan air bakunya.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Asam sulfat} &= \left(\left(\frac{133\text{ml}}{1000\text{ml}} \times 97500 \right) \right) \\ &= \text{Rp } 13.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tawas asli} &= \left(\left(\frac{30\text{g}}{1000\text{g}} \times 17000/\text{kg} \right) \right) \\ &= \text{Rp } 510 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total} &= \text{Rp } 13.000 + \text{Rp } 510 \\ &= \text{Rp } 13.510 \end{aligned}$$

Biaya pengolahan air baku dengan volume 1m^3 dengan dosis kombinasi koagulan 50 mg/L dengan perbandingan konsentrasi 3:2 adalah Rp 13.510

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa biaya penggunaan koagulan dari proses *recovery* lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan tawas asli. Namun, kelebihan biaya tersebut dapat dianggap sebagai biaya pengolahan limbah lumpur dari PDAM. Sehingga dapat mengurangi kandungan alum yang terbuang ke lingkungan dan PDAM telah melaksanakan produksi bersih dan ikut mengurangi dampak buruk akibat pencemaran lingkungan dari proses produksi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kadar Al maksimum pada proses *recovery* alum dengan metode asidifikasi sebesar 515,5 mg/L dengan pH 2, Gradient kecepatan 378000, kecepatan pengadukan 100 rpm dan waktu pengadukan selama 45 menit.
2. Produk hasil *recovery* dapat digunakan menjadi koagulan pada proses koagulasi flokulasi Pada kombinasi untuk air baku II perbandingan konsentrasi yang paling baik dalam menurunkan kekeruhan yaitu pada perbandingan 3:2(Tawas asli : produk *recovery*). Hasil yang didapatkan yaitu dengan kekeruhan awal 11 NTU didapatkan nilai kekeruhan akhir sebesar 0,75 NTU.
3. Biaya penggunaan koagulan pada proses koagulasi dan flokulasi dengan menggunakan produk *recovery* lebih tinggi yaitu Rp 32.500 untuk menjernihkan 1m³ air baku, menggunakan tawas asli membutuhkan biaya sebesar Rp 850, sedangkan biaya dengan menggunakan kombinasi yaitu sebesar Rp 13.510. Kelebihan biaya dengan menggunakan produk *recovery* sangat jauh dibandingkan dengan menggunakan tawas asli.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah

1. Biaya pengolahan air dengan menggunakan produk *recovery* tidak layak secara ekonomi sehingga tidak direkomendasikan untuk dilakukan penelitian ulang karena kandungan Al dalam lumpur sangat kecil sehingga.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert,G., diterjemahkan oleh Santika, S., **Metoda Penelitian Air**, Usaha Nasional, Surabaya,1984.
- Benefield,LD,Judkins,J and Weand,B.1982.**Process chemistry for water and waste water treatment**.Prentice-Hall.New Jersey.
- Cundari,Lia dkk. (2016). Pengaruh Waktu Kontak Dan Kecepatan Pengadukan Pada Asidifikasi Sludge Keluaran Water Treatment.**Jurnal Teknik Kimia**.19-27
- Dassayanayake, K.B. dkk. 2015. **A review on alum sludge reuse with special reference to agricultural application and future challenge**,Waste Management,38(2015) 321-325
- Diono, I. d. (2011). Pengolahan Efluen Reaktor Fixed bed secara Koagulasi . **Jurnal Teknik Lingkungan**. 278.
- Fikri, M. R. (2009). **Teknik Penjernihan Air menggunakan bahan Flokulan PAC,ALUM,CaCL₂,FeSO₄,SEMEN,EDTA,FeCl₂ dan CaCO₃**, 8.
- Firizqy, Maulida Ilmi. dan Serly, Oktaviani. 2017. **Studi pengelolaan Lumpur Karangpilang III PDAM Surya Sembada Kota Surabaya**. Laporan Kerja Praktek.Departemen Teknik Lingkungan

- Fitri, Hariana. 2012. **Dampak Pembuangan Lumpur Perusahaan Daerah Air Minum Kota Pontianak Terhadap Kualitas Air Sungai Kapuas**, Pontianak: Jurusan Teknik Lingkungan
- Irfan, 2007. **Recovery Alum dari Lumpur Accelator IPAM Gunung Panggilun Padang**, Laporan Tugas Akhir, Padang: Jurusan Teknik Lingkungan
- Manahan, Stanley E. 1994. **Environmental Chemistry Boca Raton: CRC Press LLC**
- Masduqi, Ali dan Abdu F., Assomadi. 2012. **Operasi dan Proses Pengolahan Air**. Surabaya: ITS Press
- Masschelin, W, J, 1992. **Unit Process in Drinking Water Treatment**. Marcel Dekker Inc. New York.
- Novita, Elida, 2001. Optimalisasi Proses Koagulasi Flokulasi pada Limbah Cair yang mengandung melanoidin. **Ilmu Dasar I**. Vol 2, 61-67
- Paswad and Chamnan. 1992. **Alumunium Recovery from industrial alumunium sludge**. Water Supply. 10(4)
- Ruri A, R, Boavantura, 2000, Alumunium Recovery from Water Treathment Sludge. **Water supply and water quality**. Internasional Conference

Sutapa, I, D, (2014), Optimasi Dosis Alumunium sulfat dengan Poli Alumunium Clorida untuk Pengolahan Air Sungai Tanjung Krueng Raya, **Jurnal Teknik Hidraulik**, 29-42,

Vaezi, F,, Batebi, F,,2001, **Recovery of iron coagulant from Tehran water threathment plant sludge for reusing in textile waste water treatment,Iranian** in Dassayanayake, **A review on alum sludge reuse with special reference to agricultural application and future challenge**.Waste Management,38(2015) 321-325

Viess Jr, W, and Hammer, M,J,1993. **Water Supply and Polution Control** dalam Wahyudin **Uji kelayakan Recovery Alum pada Lumpur hasil proses koagulasi –Flokuasi di IPAM Ngagel III Surabaya**. Laporan Tugas Akhir.Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan

Wahyudin,2001.**Uji kelayakan Recovery Alum pada Lumpur hasil proses koagulasi –Flokuasi di IPAM Ngagel III Surabaya**. Laporan Tugas Akhir.Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan

Wardani et al,2009. **Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminum Sulfat dan Ferri Klorida**.JTL.Universitas Trisakti. Jakarta.Vol 5 no 2 40-45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1 Data hasil percobaan

Tabel 1 Hasil analisis Produk recovery air baku I

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(50%:100%)air baku IV | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|-------------------------|----------------|---------|
| Dosis(ppm) | Ph Awal | Ph setelah penambahan | Setelah Penambahan CaOH | Kekeruhan(NTU) | Removal |
| 45 | 7.61 | 5.7 | 6.13 | 1.71 | 95.9% |
| 60 | 7.49 | 4.92 | 6.33 | 1.75 | 95.8% |
| 75 | 7.34 | 4.99 | 6.6 | 1.08 | 97.4% |
| 90 | 7.32 | 4.98 | 6.4 | 1.34 | 96.8% |
| 105 | 6.96 | 4.85 | 6.12 | 1.72 | 95.9% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(100%:50%)air baku IV | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|---------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | Kekeruhan(NTU) | Removal |
| 45 | 6.65 | 6.65 | 2.37 | 94.4% |
| 60 | 6.95 | 6.67 | 2.04 | 95.2% |
| 75 | 7.17 | 6.62 | 1.68 | 96.0% |
| 90 | 7.26 | 6.56 | 1.70 | 96.0% |
| 105 | 7.31 | 6.56 | 2.11 | 95.0% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(40%:100%)air baku IV | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------|---------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan koagulan) | Ph-3(Setelah Penambahan Ca(OH) ₂) | Kekeruhan(NTU) | Removal |
| 42 | 7.57 | 7.26 | 6.98 | 3.50 | 91.7% |
| 56 | 7.63 | 7.19 | 6.83 | 3.50 | 91.7% |
| 70 | 7.51 | 7.06 | 6.79 | 2.50 | 94.1% |
| 84 | 7.6 | 7.26 | 6.97 | 2.10 | 95.0% |
| 98 | 7.57 | 7.12 | 6.73 | 2.30 | 94.5% |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(100%:40%)air baku IV | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan koagulan) | Kekeruhan(NTU) | Removal | |
| 42 | 7.34 | 6.90 | 1.9 | 95.5% | |
| 56 | 7.32 | 6.95 | 1.8 | 95.7% | |
| 70 | 7.4 | 6.94 | 1.7 | 96.0% | |
| 84 | 7.3 | 6.84 | 1.7 | 96.0% | |
| 98 | 7.47 | 6.70 | 1.8 | 95.7% | |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(30%:100%)air baku IV | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan produk recovery) | pH-3(Penambahan tawas asli) | Kekeruhan(NTU) | Removal |
| 39 | 7.92 | 7.34 | 6.98 | 2.5 | 94.1% |
| 52 | 7.88 | 7.46 | 6.98 | 1.9 | 95.5% |
| 65 | 7.64 | 7.39 | 6.87 | 1.3 | 96.9% |
| 78 | 7.92 | 7.34 | 6.9 | 1.2 | 97.1% |
| 91 | 7.7 | 7.55 | 6.53 | 1.4 | 96.7% |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(100%:30%)air baku IV | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan produk recovery) | pH-3(Penambahan tawas asli) | Kekeruhan(NTU) | Removal |
| 39 | 8.03 | 7.22 | 7.01 | 2.6 | 93.8% |
| 52 | 8.14 | 6.97 | 6.85 | 2.3 | 94.5% |
| 65 | 7.98 | 6.99 | 6.86 | 1.8 | 95.7% |
| 78 | 7.63 | 6.84 | 6.65 | 1.6 | 96.2% |
| 91 | 7.56 | 6.90 | 6.69 | 1.7 | 96.0% |

Tabel 2 Hasil analisis Produk recovery air baku II

| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | Ph akhir | NTU Akhir | PERSEN REMOVAL |
|------------|---------|-----------------------|----------|-----------|----------------|
| 35 | 7.57 | 6.87 | 7.21 | 2.5 | 80.77% |
| 40 | 7.74 | 6.76 | 6.95 | 2.1 | 83.85% |
| 45 | 7.59 | 6.93 | 6.99 | 2.1 | 83.85% |
| 50 | 7.32 | 6.68 | 6.95 | 2 | 84.62% |
| 55 | 7.4 | 6.95 | 7.06 | 2 | 84.62% |
| 60 | 7.49 | 6.83 | 7.1 | 2.1 | 83.85% |

| Hasil analisis Tawas air baku II | | | | | |
|----------------------------------|---------|-----------------------|----------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | Ph akhir | NTU Akhir | PERSEN REMOVAL |
| 35 | 7.18 | 6.25 | 6.46 | 2.7 | 79.23% |
| 40 | 7.19 | 6.32 | 6.5 | 2.4 | 81.54% |
| 45 | 7.29 | 6.3 | 6.32 | 2.4 | 81.54% |
| 50 | 7.43 | 6.24 | 6.25 | 2.5 | 80.77% |
| 55 | 7.5 | 6.07 | 6.22 | 2.6 | 80.00% |
| 60 | 7.54 | 6.06 | 6.14 | 2.7 | 79.23% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:4)air baku II | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------|-----------|----------------|
| Dosis Koagulan(mg/L) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH 3(setelah penambahan Tawas) | pH 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.2 | 6.27 | 6.27 | 6.33 | 2.1 | 83.85% |
| 40 | 7.53 | 6.32 | 6.22 | 6.36 | 2.2 | 83.08% |
| 45 | 7.59 | 6.29 | 6.17 | 6.24 | 2.1 | 83.85% |
| 50 | 7.29 | 6.06 | 6.05 | 6.08 | 1.8 | 86.15% |
| 55 | 7.23 | 6.01 | 6.01 | 6.09 | 1.9 | 85.38% |
| 60 | 7.15 | 6.57 | 6.49 | 6.5 | 2.4 | 81.54% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(2:3)air baku II | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Dosis Koagulan(mg/L) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH-3(Setelah Penambahan CaOH) | pH-4(setelah penambahan Tawas) | pH- 5(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.51 | 5.96 | 6.64 | 6.31 | 6.48 | 2.1 | 83.85% |
| 40 | 7.45 | 5.9 | 6.36 | 6.22 | 6.47 | 1.9 | 85.38% |
| 45 | 7.75 | 5.33 | 6.49 | 6.44 | 6.65 | 1.6 | 87.69% |
| 50 | 7.56 | 5.15 | 6.56 | 6.04 | 6.32 | 2.1 | 83.85% |
| 55 | 7.64 | 4.76 | 6.16 | 6.05 | 6.15 | 2.6 | 80.00% |
| 60 | 7.77 | 4.56 | 6.3 | 6.22 | 6.29 | 2.9 | 77.69% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:1)air baku II | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------------|-------------------------|----------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | penambahan TA | Setelah Penambahan CaOH | Ph akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.68 | 6.14 | 5.91 | 6.33 | 6.35 | 1.7 | 86.92% |
| 40 | 7.77 | 5.9 | 5.72 | 6.19 | 6.2 | 1.7 | 86.92% |
| 45 | 7.5 | 5.9 | 5.64 | 6.23 | 6.13 | 1.4 | 89.23% |
| 50 | 7.71 | 5.73 | 5.2 | 6.43 | 6.57 | 1.8 | 86.15% |
| 55 | 7.64 | 5.7 | 5.05 | 6.2 | 6.56 | 2.3 | 82.31% |
| 60 | 7.67 | 5.72 | 4.86 | 6.25 | 6.29 | 2.8 | 78.46% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(3:2)air baku II | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------------|----------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | pH Awal | pH setelah penambahan | penambahan TA | Ph akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.56 | 6.74 | 6.64 | 6.8 | 1.4 | 89.23% |
| 40 | 7.36 | 6.7 | 6.63 | 6.82 | 1.1 | 91.54% |
| 45 | 7.56 | 6.61 | 6.51 | 6.65 | 0.9 | 93.08% |
| 50 | 7.5 | 6.48 | 6.47 | 6.63 | 0.9 | 93.08% |
| 55 | 7.47 | 6.47 | 6.45 | 6.54 | 0.95 | 92.69% |
| 60 | 7.37 | 6.39 | 6.25 | 6.58 | 1 | 92.31% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(4:1)air baku II | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------|---------------|----------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | pH Awal | penambahan produk recovery | penambahan TA | Ph akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.58 | 6.97 | 6.89 | 7.13 | 1.7 | 86.92% |
| 40 | 7.48 | 6.91 | 6.76 | 7.09 | 1.3 | 90.00% |
| 45 | 7.69 | 6.85 | 6.68 | 7.03 | 1.1 | 91.54% |
| 50 | 7.66 | 6.83 | 6.65 | 6.94 | 0.95 | 92.69% |
| 55 | 7.58 | 6.77 | 6.72 | 6.91 | 1 | 92.31% |
| 60 | 7.48 | 6.65 | 6.78 | 6.86 | 1 | 92.31% |

Tabel 3 Hasil analisis Produk recovery air baku III

| Hasil analisis Produk recovery air baku III | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH- 3(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal | pH | |
| 35 | 7.67 | 6.4 | 6.59 | 1 | 90.91% | KEKERUHAN AWA | |
| 40 | 7.64 | 6.41 | 6.43 | 1 | 90.91% | | |
| 45 | 7.63 | 6.3 | 6.35 | 0.75 | 93.18% | | |
| 50 | 7.59 | 6.12 | 6.23 | 0.8 | 92.73% | | |
| 55 | 7.5 | 6.09 | 6.2 | 1.5 | 86.36% | | |
| 60 | 7.37 | 6.24 | 6.26 | 1.9 | 82.73% | | |
| Hasil analisis Tawas air baku III | | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH -2(setelah penambahan Tawas) | pH- 3(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal | | |
| 35 | 7.56 | 7.19 | 7.24 | 4.2 | 61.82% | | |
| 40 | 7.74 | 7.01 | 7.25 | 4.1 | 62.73% | | |
| 45 | 7.73 | 6.86 | 7.21 | 4.1 | 62.73% | | |
| 50 | 7.67 | 7.24 | 7.25 | 3.4 | 69.09% | | |
| 55 | 7.66 | 7.06 | 7.23 | 3.8 | 65.45% | | |
| 60 | 7.49 | 6.93 | 7.11 | 5.1 | 53.64% | | |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:4)air baku III | | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal | |
| 35 | 7.96 | 6.36 | 6.3 | 6.55 | 2.5 | 77.27% | |
| 40 | 7.93 | 6.31 | 6.3 | 6.45 | 1.8 | 83.64% | |
| 45 | 7.91 | 6.19 | 6.19 | 6.4 | 1.7 | 84.55% | |
| 50 | 7.6 | 6.03 | 6.01 | 6.41 | 1.6 | 85.45% | |
| 55 | 7.8 | 6.72 | 6.49 | 6.66 | 1.2 | 89.09% | |
| 60 | 7.58 | 6.06 | 6.03 | 6.25 | 2.4 | 78.18% | |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(2:3)air baku III | | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH-4(Setelah Penambahan CaOH) | pH- 5(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.98 | 5.96 | 6.31 | 6.2 | 6.32 | 1.8 | 83.64% |
| 40 | 7.95 | 5.9 | 5.78 | 6.16 | 6.3 | 1.1 | 90.00% |
| 45 | 7.91 | 5.56 | 5.88 | 6.15 | 6.23 | 0.95 | 91.36% |
| 50 | 7.8 | 5.77 | 5.49 | 6.33 | 6.35 | 0.95 | 91.36% |
| 55 | 7.73 | 5.59 | 5.72 | 6.11 | 6.35 | 1.1 | 90.00% |
| 60 | 7.57 | 5.52 | 5.49 | 6.23 | 6.38 | 1.4 | 87.27% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:1)air baku III | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.81 | 6.6 | 6.36 | 6.7 | 1.8 | 83.64% |
| 40 | 7.77 | 6.61 | 6.5 | 6.67 | 1.4 | 87.27% |
| 45 | 7.73 | 6.41 | 6.15 | 6.6 | 1.1 | 90.00% |
| 50 | 7.66 | 6.37 | 6.26 | 6.52 | 1.5 | 86.36% |
| 55 | 7.52 | 6.53 | 6.44 | 6.65 | 1.5 | 86.36% |
| 60 | 7.32 | 6.47 | 6.43 | 6.61 | 1.7 | 84.55% |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(3:2)air baku III | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.75 | 6.79 | 6.65 | 6.84 | 1.1 | 90.00% |
| 40 | 7.74 | 6.69 | 6.58 | 6.73 | 0.95 | 91.36% |
| 45 | 7.7 | 6.62 | 6.47 | 6.58 | 0.8 | 92.73% |
| 50 | 7.67 | 6.58 | 6.47 | 6.5 | 0.75 | 93.18% |
| 55 | 7.59 | 6.46 | 6.37 | 6.51 | 0.8 | 92.73% |
| 60 | 7.47 | 6.47 | 6.24 | 6.54 | 0.9 | 91.82% |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(4:1)air baku III | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.58 | 6.97 | 6.89 | 7.13 | 1.7 | 84.55% |
| 40 | 7.48 | 6.91 | 6.76 | 7.09 | 1.3 | 88.18% |
| 45 | 7.69 | 6.85 | 6.68 | 7.03 | 1.1 | 90.00% |
| 50 | 7.66 | 6.83 | 6.65 | 6.94 | 0.95 | 91.36% |
| 55 | 7.58 | 6.77 | 6.72 | 6.91 | 1 | 90.91% |
| 60 | 7.48 | 6.65 | 6.78 | 6.86 | 1 | 90.91% |

Tabel 4 Hasil analisis Produk recovery air baku IV

| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH -2(setelah penambahan Tawas) | pH- 3(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
|------------|---------------|---------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| 35 | 7.76 | 6.3 | 6.4 | 3.4 | 66.00% |
| 40 | 7.74 | 6.16 | 6.29 | 3.3 | 67.00% |
| 45 | 7.72 | 6.16 | 6.23 | 3.1 | 69.00% |
| 50 | 7.61 | 6.13 | 6.26 | 3.1 | 69.00% |
| 55 | 7.56 | 6.7 | 7.04 | 3 | 70.00% |
| 60 | 7.47 | 6.76 | 6.95 | 3 | 70.00% |

| Hasil analisis Produk recovery air baku IV | | | | | | |
|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH- 3(pH akhir) | NTU Akhir | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.84 | 5.59 | 6.07 | 6.3 | 0.9 | 91.00% |
| 40 | 7.75 | 5.55 | 6.07 | 6.28 | 0.9 | 91.00% |
| 45 | 7.55 | 5.51 | 6.09 | 6.26 | 0.9 | 91.00% |
| 50 | 7.62 | 5.31 | 6.08 | 6.31 | 0.8 | 92.00% |
| 55 | 7.56 | 4.77 | 6.14 | 6.36 | 0.75 | 92.50% |
| 60 | 7.51 | 4.86 | 6.15 | 6.45 | 0.95 | 90.50% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:4)air baku IV | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(Penambahan CaOH) | pH- 5(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.92 | 6.16 | 6.12 | 6.28 | 6.34 | 1.8 | 82.00% |
| 40 | 7.9 | 6.15 | 6.11 | 6.22 | 6.33 | 1.6 | 84.00% |
| 45 | 7.87 | 5.99 | 5.99 | 6.2 | 6.31 | 1.5 | 85.00% |
| 50 | 7.83 | 5.57 | 5.44 | 6.05 | 6.23 | 1.3 | 87.00% |
| 55 | 7.82 | 5.61 | 5.53 | 6.27 | 6.36 | 1.7 | 83.00% |
| 60 | 7.73 | 5.09 | 5.33 | 6.32 | 6.42 | 1.8 | 82.00% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(2:3)air baku IV | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.96 | 6.51 | 6.41 | 6.47 | 1.6 | 84.00% |
| 40 | 7.96 | 6.48 | 6.29 | 6.43 | 1.3 | 87.00% |
| 45 | 7.93 | 6.36 | 6.26 | 6.39 | 1.3 | 87.00% |
| 50 | 7.91 | 6.4 | 6.17 | 6.39 | 1.4 | 86.00% |
| 55 | 7.86 | 6.25 | 6.17 | 6.37 | 1.8 | 82.00% |
| 60 | 7.74 | 6.12 | 6.04 | 6.2 | 3.1 | 69.00% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(1:1)air baku IV | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------|----------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setelah penambahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.89 | 6.52 | 6.46 | 6.65 | 2.3 | 77.00% |
| 40 | 7.9 | 6.51 | 6.45 | 6.66 | 1.2 | 88.00% |
| 45 | 7.88 | 6.49 | 6.44 | 6.53 | 0.95 | 90.50% |
| 50 | 7.83 | 6.47 | 6.42 | 6.45 | 0.85 | 91.50% |
| 55 | 7.76 | 6.32 | 6.27 | 6.29 | 0.7 | 93.00% |
| 60 | 7.64 | 6.3 | 6.2 | 6.35 | 1 | 90.00% |

| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(3:2)air baku IV | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|-----------|-------------------|
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setela h penamb ahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 35 | 7.87 | 6.52 | 6.46 | 6.65 | 1.2 | 88.00% |
| 40 | 7.86 | 6.6 | 6.45 | 6.66 | 1.1 | 89.00% |
| 45 | 7.87 | 6.57 | 6.44 | 6.53 | 0.95 | 90.50% |
| 50 | 7.82 | 6.56 | 6.42 | 6.45 | 1 | 90.00% |
| 55 | 7.57 | 6.52 | 6.27 | 6.29 | 1.2 | 88.00% |
| 60 | 7.54 | 6.73 | 6.2 | 6.35 | 1.2 | 88.00% |
| Hasil analisis kombinasi Tawas asli : produk recovery(4:1)air baku IV | | | | | | |
| Dosis(ppm) | Ph-1(pH Awal) | pH-2(Penambahan Produk recovery) | pH - 3(setela h penamb ahan Tawas) | pH- 4(pH akhir) | NTU Akhir | Persen Removal |
| 7.68 | 7.19 | 7.04 | 6.93 | 7.07 | 1.3 | 87.00% |
| 40 | 7.18 | 7.03 | 6.93 | 7.08 | 1.5 | 85.00% |
| 45 | 7.17 | 6.97 | 6.87 | 6.97 | 0.9 | 91.00% |
| 50 | 7.11 | 6.95 | 6.89 | 6.94 | 0.85 | 91.50% |
| 55 | 7.06 | 6.88 | 6.63 | 6.86 | 0.75 | 92.50% |
| 60 | 7.72 | 6.77 | 6.42 | 6.72 | 0.95 | 90.50% |

Lampiran 2 Prosedur Analisis

A. Alat Dan Bahan Untuk Pengambilan Sampel Air

1. Jerigen ukuran 10L
2. Kamera sebagai alat untuk mendokumentasikan kegiatan sampling.
3. Tali untuk membantu proses sampling
4. Ember plastik untuk mengambil air dari Outlet Prasedimentasi

B. Prosedur Analisis Laboratorium

Analisis pH

Alat dan Bahan:

1. pH meter
2. gelas ukur 50 mL

Prosedur Analisis:

1. Masukkan sampel air kedalam gelas ukur
2. Celupkan pH meter ke dalam air
3. Sebelum pengukuran kalibrasi alat dengan larutan buffer pH 4

Analisis Kekerusuhan

Alat dan Bahan:

1. Turbidimeter
2. Gelas ukur 100 ml 1 buah

Prosedur Analisis:

1. Tuangkan Sampel Air Baku Kedalam Gelas Ukur
2. Kalibrasi Turbidimeter Dengan Larutan Standar
3. Sampel air baku yang akan dianalisa nilai kekeruhannya dimasukkan kedalam botol sampel , kemudian dimasukkan kedalam lubang turbidimeter.

Analisis kadar solid

Alat dan Bahan:

1. Sampel lumpur sebanyak 25 ml
2. Cawan porselin 50 ml
3. Oven suhu 105°C
4. Timbangan analitis
5. Furnace dengan suhu 550°C
6. Oven dengan suhu

7. Desikator
8. Cawan petridis

Prosedur Analisis:

1. Cawan porselin dibakar dengan suhu 550°C selama 1 jam, setelah itu dimasukkan ke dalam oven 105°C selama 15 jam.
2. Cawan diatas didinginkan dalam desikator selama 15 menit
3. Timbang cawan dengan timbangan analitis (a mg)
4. Tuangkan 25 ml kedalam cawan catat volume sampel+cawan (b ml)
5. masukkan ke dalam oven 105°C selama 24 jam
6. Dinginkan didalam desikator selama 15 menit
7. Timbang dengan timbangan analitis (c mg)
8. Hitung kadar solid dan kadar air dengan rumus berikut:

$$\% \text{ kadar solid} = \frac{c}{b} \times 100$$

$$\% \text{ kadar air} = 100 - \text{kadar solid}$$

Analisis Al

Analisa AL dengan ICP(Inductively Coupled Plasma) berdasarkan pada ionisasi persentasi yang tinggi dari atom yang dihasilkan oleh plasma yang bersuhu tinggi.

Alat dan Bahan:

1. ICP terkalibrasi
2. Tabung reaksi 25 ml
3. HNO₃ p.a
4. Aquades
5. pipet

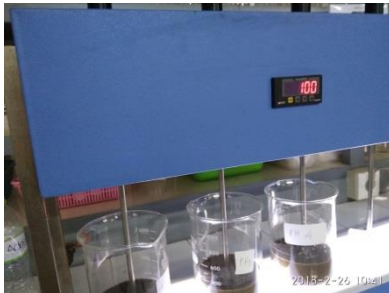
Prosedur Analisis:

1. Filtrate cair dari proses asidifikasi yang telah di saring dengan menggunakan kertas saring diambil sebanyak 25 mL
2. Ditambahkan dengan HNO₃ sebanyak 7 tetes
3. Melakukan uji kadar Al dengan ICP

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian



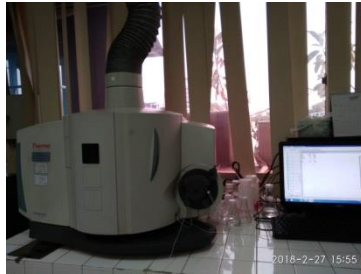
Lampiran 2 1 Lokasi sampling lumpur



Lampiran 2 2 Proses asidifikasi



Lampiran 2 3 Filtrat Hasil Asidifikasi



Lampiran 2 4 Pengujian Al dengan ICP



Lampiran 2 5 Proses Koagulasi

BIODATA PENULIS



Penulis yang memiliki nama lengkap Serly Oktaviani lahir di Nganjuk, 09 Oktober 1995, Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara, Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Kwagean 1, SMP Negeri 1 Nganjuk, dan SMA Negeri 2 Nganjuk, Pada Tahun 2014, penulis melanjutkan kuliah di Teknik Lingkungan FTSLK Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Selama perkuliahan.

penulis aktif dalam berbagai kegiatan Himpunan Mahasiswa maupun diluar himpunan. Penulis pernah aktif sebagai Ketua Bidang Kopma Dr Angkat ITS. Penulis juga dalam Lembaga dakwah Jurusan selain Penulis juga pernah menjabat sebagai sekretaris umum paguyuban KSE ITS, serta berkesempatan menjadi asisten laboratorium mata kuliah Kimia Lingkungan, Pelatihan yang pernah diikuti adalah pelatihan LKMM Pra-TD, LKMM TD, Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3), Berbagai kepanitiaan juga diikuti oleh penulis, seperti panitia Kampung Mandiri dan Unggul (Kamandanu), dll, Penulis memiliki kesempatan melaksanakan kerja praktek di PDAM Surya Sembada Surabaya, Jawa Timur. Penulis dapat dihubungi via email [serlyovia@gmail.c](mailto:serlyovia@gmail.com)

